

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

NEXT

1 / 5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-116807
(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl. G05B 19/4093
B23Q 15/00
G05B 19/4069
G05B 19/4097
G05B 19/418

(21)Application number : 2001-231305 (71) Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC
(22)Date of filing : 31.07.2001 (72)Inventor : TERAMOTO KAZUNARI
KUWANO YOSHIMASA

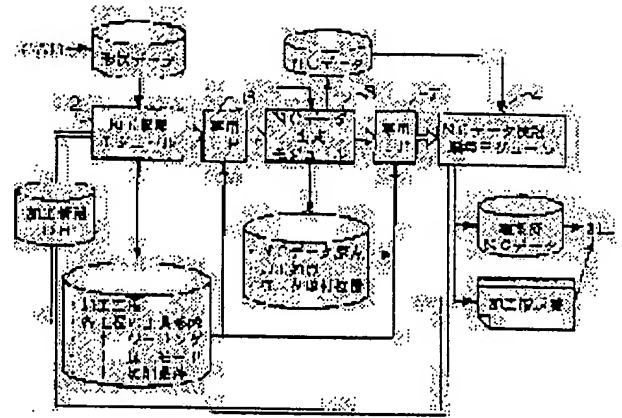
(30)Priority
Priority number : 2000232239 Priority date : 31.07.2000 Priority country : JP

(54) INTEGRATED CAM SYSTEM AND NC DATA CONTINUOUS GENERATION METHOD AND WORKING DESIGN SYSTEM AND WORKING DATA GENERATING DEVICE AND PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To complete a CAM work for generating NC data capable of performing highly precise and quick working without asking any help by the organic integration of each means and the speedup of condition decision.

SOLUTION: This integrated CAM system is provided with a shape inputting means 1 for inputting the shape of an object to be worked, a working designing means 2 for designing the working method of the object to be worked, an NC data generating means 3 for generating NC data at the time of working the object to be worked, an NC data verifying and editing means 4 for verifying and editing the NC data, and an NC data outputting means 5 for outputting the NC data. Thus, the NC data can be continuously generated from the shape data of the object to be worked after continuously transmitted through those means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-116807
(P2002-116807A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 5 B 19/4093		G 0 5 B 19/4093	D 3 C 1 0 0
B 2 3 Q 15/00	3 0 1	B 2 3 Q 15/00	3 0 1 H 5 H 2 6 9
G 0 5 B 19/4069		G 0 5 B 19/4069	
19/4097		19/4097	C
19/418		19/418	Z
審査請求 有 請求項の数53 O L (全 32 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-231305(P2001-231305)
(22) 出願日 平成13年7月31日(2001.7.31)
(31) 優先権主張番号 特願2000-232239(P2000-232239)
(32) 優先日 平成12年7月31日(2000.7.31)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

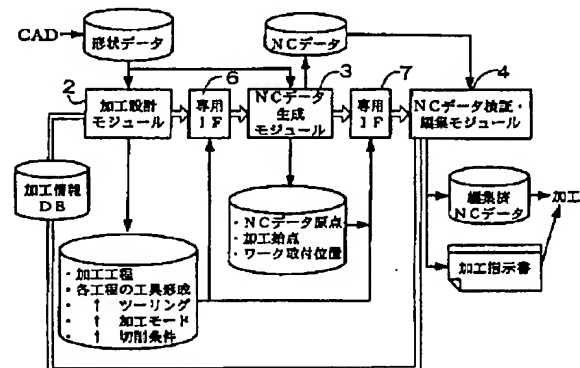
(71) 出願人 000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1
(72) 発明者 寺本 一成
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72) 発明者 桑野 義正
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(74) 代理人 100079049
弁理士 中島 淳 (外1名)
Fターム(参考) 3C100 AA66
5H269 AB01 AB37 BB08

(54) 【発明の名称】 統合CAMシステム、NCデータ一貫生成方法、加工設計システム、加工データ生成装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 各手段の有機的な統合と条件決定の飛躍的な速度アップにより、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータを生成するためのCAM作業が、人手を介さずに完結させる。

【解決手段】 被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経路することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とする統合CAMシステム。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工物の形状を入力する形状入力手段と、
該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、
該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段と、
該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段と、
該検証・編集されたNCデータを出力するNCデータ出力手段を備え、
これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とする統合CAMシステム。

【請求項2】 前記加工方法を設計する加工設計手段が、
加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段と、
決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の統合CAMシステム。

【請求項3】 前記加工設計手段が、
加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の統合CAMシステム。

【請求項4】 前記NCデータを生成するNCデータ生成手段が、
ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段とを有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項5】 前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項6】 前記NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段が、
切削負荷を検証しこれに応じて送り速度を補正する送り速度補正手段及び、又は無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に、加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集する空切削部NCデータ削除・編集手段とを有することを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項7】 前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間及び、又は前記NCデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に専用インタフェースが介在されていることを特徴とする請求項1～6のいずれ

か1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項8】 前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に介在されている専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有することを特徴とする請求項7に記載の統合CAMシステム。

【請求項9】 前記NCデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に介在されている専用インタフェースが、
シミュレーション精度を含むシミュレーション実行条件に関する情報を有することを特徴とする請求項7に記載の統合CAMシステム。

【請求項10】 前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ検証・編集手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、

前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項11】 被加工物の形状を入力する形状入力手段と、

該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、
該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段と、
該NCデータを出力するNCデータ出力手段を備え、
これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とする統合CAMシステム。

【請求項12】 前記加工設計手段が、
加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段と、
決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段とを有することを特徴とする請求項11記載の統合CAMシステム。

【請求項13】 前記加工設計手段が、
加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することを特徴とする請求項11又は請求項12に記載の統合CAMシステム。

【請求項14】 前記NCデータを生成するNCデータ生成手段が、
ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段とを有することを特徴とする請求項11～13のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項15】 前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することを特徴とする請求項11～14のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項16】 前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に専用インタフェースが介在されていることを特徴とする請求項11～15のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項17】 前記専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有していることを特徴とする請求項16に記載の統合CAMシステム。

【請求項18】 前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することを特徴とする請求項11～17のいずれか1項に記載の統合CAMシステム。

【請求項19】 被加工物の形状を入力するステップと、
該被加工物の加工方法を設計するステップと、
該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップと、
該NCデータを検証・編集するステップと、
該検証・編集されたNCデータを出力するステップを備え、
これらのステップを連続的に経由することにより、被加工物の形状データからNCデータを一貫生成するNCデータ一貫生成方法。

【請求項20】 前記加工方法を設計するステップが、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップと、
決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップとを含むことを特徴とする請求項19記載のNCデータ一貫生成方法。

【請求項21】 前記加工方法を設計するステップが、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することを特徴とする請求項19又は請求項20に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項22】 前記NCデータを生成するステップが、
ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップを含むことを特徴とする請求項19～21のいずれか1項に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項23】 前記加工方法を設計するステップで生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することを特徴とする請求項19～22のいずれか1項に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項24】 前記NCデータを検証・編集するステップが、

切削負荷を検証し、これに応じて送り速度を補正するステップ及び、又は無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集するステップを含むことを特徴とする請求項19から23のいずれか1項に記載のNCデータ一貫生成方法。

【請求項25】 前記NCデータを生成するステップ又は前記NCデータを検証・編集するステップ又は前記NCデータを出力するステップのいずれかが、
前記NCデータを生成するステップで生成される固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを含むことを特徴とする請求項19～24のいずれか1項に記載のNCデータ一貫生成方法。

【請求項26】 被加工物の形状を入力するステップと、
該被加工物の加工方法を設計するステップと、
該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップと、
該NCデータを出力するステップを備え、
これらのステップを連続的に経由することにより、被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とするNCデータ一貫生成方法。

【請求項27】 前記加工方法を設計するステップが、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップと、決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップとを含むことを特徴とする請求項26に記載のNCデータ一貫生成方法。

【請求項28】 前記加工方法を設計するステップが、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することを特徴とする請求項26又は請求項27に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項29】 前記NCデータを生成するステップが、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップを含むことを特徴とする請求項26～28のいずれか1項に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項30】 前記加工方法を設計するステップで生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することを特徴とする請求項26～29のいずれか1項に記載のNCデータの一貫生成方法。

【請求項31】 前記NCデータを生成するステップ又は前記NCデータを出力するステップのいずれかが、
前記NCデータを生成するステップで生成される固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを含むことを特徴と

する請求項 26～30 のいずれか 1 項に記載の NC データ一貫生成方法。

【請求項 32】 被加工物の形状を入力する形状入力手段と、

該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、

該被加工物を加工するときの NC データを生成する NC データ生成手段と、

該 NC データを検証・編集する NC データ検証・編集手段と、

該検証・編集された NC データを出力する NC データ出力手段とを備え、これらの手段を連続的に経由する過程で、

前記形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、

前記加工設計手段から NC データ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、

前記 NC データ生成手段から NC データ検証・編集手段へ被加工物の編集前 NC データを供給し、

前記 NC データ検証・編集手段から NC データ出力手段へ被加工物の実際の加工に用いる編集後の NC データを供給することにより、

被加工物の形状データから NC データを一貫生成することを特徴とする統合 CAM システム。

【請求項 33】 被加工物の形状を入力する形状入力手段と、

該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、

該被加工物を加工するときの NC データを生成する NC データ生成手段と、

該 NC データを出力する NC データ出力手段とを備え、

これらの手段を連続的に経由する過程で、

前記形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、

前記加工設計手段から NC データ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、

前記 NC データ生成手段から NC データ出力手段へ NC データを供給することにより、

被加工物の形状データから NC データを一貫生成することを特徴とする統合 CAM システム。

【請求項 34】 被加工物の形状データから NC データを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、

加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段と、

決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段とを有することを特徴とする加工設計システム。

【請求項 35】 被加工物の形状データから NC データを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、

加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することを特徴とする加工設計システム。

【請求項 36】 素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程で素材を加工するときに使用する工具の形状である工具形状と、の最適な組み合わせを決定する工程決定手段と、

前記工程決定手段で決定された加工工程と、各加工工程の工具形状と、に基づいて加工機支援装置の工具移動モードを生成する工具移動モード生成手段と、

を備えた加工データ生成装置。

【請求項 37】 前記工具移動モード生成手段は、加工工程と工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶する工程タイプデータ記憶手段と、

前記工程タイプデータ記憶手段に記憶された工程タイプデータを用いて、前記工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定する加工モード決定手段と、

加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換するモード変換手段と、

を備えた請求項 36 に記載の加工データ生成装置。

【請求項 38】 前記工程タイプデータ記憶手段は、加工工程と先端刃形がボール状の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶することを特徴とする請求項 37 に記載の加工データ生成装置。

【請求項 39】 前記モード変換手段は、各加工モードと前記工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、前記加工モード決定手段で決定された加工モードを前記工具移動モードに変換することを特徴とする請求項 37 または 38 に記載の加工データ生成装置。

【請求項 40】 素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程の加工能力と、を決定する工程決定手段と、

製品タイプ毎に、切削時の加工能力を所定方向に分配して調整するための切削条件調整データを記憶する切削条件調整データ記憶手段と、

対象となる製品タイプに対応する切削条件調整データを前記切削条件調整データ記憶手段から読み出し、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて前記所定方向に分配して切削条件を生成する切削条件生成手段と、

を備えた加工データ生成装置。

【請求項 41】 前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について、1 以上の段階毎に所定の割合で分配して調整するための切削条件調整データを記憶し、

50 前記切削条件生成手段は、前記工程決定手段で決定され

た各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配して切削条件を生成することを特徴とする請求項40に記載の加工データ生成装置。

【請求項42】 前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件が飽和したことを示す下限値を前記段階毎に記述された切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件の少なくとも1つが飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で前記加工能力を分配して切削条件を生成することを特徴とする請求項41に記載の加工データ生成装置。

【請求項43】 加工機の工具位置の原点を示す加工原点、前記工具が移動を開始する位置を示す工具移動開始位置、前記工具を自由に移動できる領域を示す自由移動領域の少なくとも1つを有する加工座標系データを、製品タイプ毎に記憶する加工座標系データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応した加工座標系データを前記加工座標系データ記憶手段から読み出し、読み出した加工座標系データを用いて、対象となる型形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成する工具位置データ生成手段と、を備えた加工データ生成装置。

【請求項44】 切削開始点に工具が接近するときの条件を示すアプローチ工具動作情報、切削終了点から工具が離れるときの条件を示すリトラクト工具動作情報の少なくとも1つを有する工具動作情報を、製品タイプ毎に及び加工機支援装置に対応した工具移動モード毎に記憶する工具動作情報記憶手段と、対象となる製品タイプと、前記製品タイプを加工するときの工具移動モードと、に対応した工具動作情報を前記工具動作情報記憶手段から読み出し、読み出した工具動作情報を用いて、アプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを生成する工具動作情報生成手段と、を備えた加工データ生成装置。

【請求項45】 コンピュータを、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程で素材を加工するとき使用する工具の形状である工具形状と、の最適な組み合わせを決定する工程決定手段と、前記工程決定手段で決定された加工工程と、各加工工程の工具形状と、に基づいて加工機支援装置の工具移動モードを生成する工具移動モード生成手段と、して機能させることを特徴とする加工データ生成プログラム。

【請求項46】 前記工具移動モード生成手段は、加工工程と工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶する工程タイプデータ記憶手段と、前記工程タイプデータ記憶手段に記憶された工程タイプデータを用いて、前記工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定する加工モード決定手段と、加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換するモード変換手段と、して機能することを特徴とする請求項45に記載の加工データ生成プログラム。

【請求項47】 前記工程タイプデータ記憶手段は、加工工程と先端刃形がボール状の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶することを特徴とする請求項46に記載の加工データ生成プログラム。

【請求項48】 前記モード変換手段は、各加工モードと前記工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、前記加工モード決定手段で決定された加工モードを前記工具移動モードに変換することを特徴とする請求項46または47に記載の加工データ生成プログラム。

【請求項49】 コンピュータを、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程の加工能力と、を決定する工程決定手段と、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を所定方向に分配して調整するための切削条件調整データを記憶する切削条件調整データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応する切削条件調整データを前記切削条件調整データ記憶手段から読み出し、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて前記所定方向に分配して切削条件を生成する切削条件生成手段と、として機能させることを特徴とする加工データ生成プログラム。

【請求項50】 前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について、1以上の段階毎に所定の割合で分配して調整するための切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配して切削条件を生成することを特徴とする請求項49に記載の加工データ生成プログラム。

【請求項51】 前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、軸方向切り込み、径方向切り込み及び

送り速度の各切削条件が飽和したことを示す下限値を前記段階毎に記述された切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件の少なくとも1つが飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で前記加工能力を分配して切削条件を生成することとを特徴とする請求項50に記載の加工データ生成プログラム。

【請求項52】 コンピュータを、

加工機の工具位置の原点を示す加工原点、前記工具が移動を開始する位置を示す工具移動開始位置、前記工具を自由に移動できる領域を示す自由移動領域の少なくとも1つを有する加工座標系データを、製品タイプ毎に記憶する加工座標系データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応した加工座標系データを前記加工座標系データ記憶手段から読み出し、読み出した加工座標系データを用いて、対象となる型形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成する工具位置データ生成手段と、して機能させることを特徴とする加工データ生成プログラム。

【請求項53】 コンピュータを、

切削開始点に工具が接近するときの条件を示すアプローチ工具動作情報、切削終了点から工具が離れるときの条件を示すリトラクト工具動作情報の少なくとも1つを有する工具動作情報を、製品タイプ毎に及び加工機支援装置に対応した工具移動モード毎に記憶する工具動作情報記憶手段と、対象となる製品タイプと、前記製品タイプを加工するときの工具移動モードと、に対応した工具動作情報を前記工具動作情報記憶手段から読み出し、読み出した工具動作情報を用いて、アプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを生成する工具動作情報生成手段と、して機能させることを特徴とする加工データ生成プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、NCデータを用いて機械加工や電気的な加工を実施するときの統合CAMシステム、NCデータ一貫生成方法、加工設計システム、加工データ生成装置及びプログラムに関し、特に、金型のキャビティのような三次元の自由曲面を加工する際に用いて好適な統合CAMシステム、NCデータ一貫生成方法、加工設計システム、加工データ生成装置及びプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、NCデータを用いて機械加工や電気的な加工を実施する製品加工が各種分野において

行われている。機械加工においては、様々な加工にコンピュータ支援によるシミュレーションが採用されたりして作業の容易化が図られている。

【0003】これまでの市販のCAMにおいては、例えば、工具経路生成、工具経路編集、NCデータ変換などの作業がコンピュータ支援によってできるが、加工手順の決定、工具形状決定、ツーリング（ホルダなども含めた工具系全体の形態）決定、加工モード決定、切削条件の決定は、作業者に任されているばかりか、CAMの工具経路編集にも人手を必要とする、所謂対話式作業であった。

【0004】このような状況下において、本発明者らは、特開平9 179620号公報に開示されているようなツーリング決定方法を提案し、ツーリング剛性等も考慮した切削条件補正も可能なツーリング決定をコンピュータ支援で自動化した。

【0005】また、機械加工においては加工工程情報を適宜決定することが行われるが、本発明者らは、例えば特開平11-235646号公報に開示されている方法を提案した。この公報に開示された決定方法では、加工能率の高い加工工程を迅速に決定するべく、複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返し、選定した工程候補を配列して、最後に選定した工程候補を最終の工程とする複数の工程順序候補を生成する。

【0006】こうして、各工程順序候補について、各工程の加工能力、加工量と負荷時間から実効加工時間を求め、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を求め、総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工工程に決定していた。このような方法によって、加工時間の短縮ができ、大きな効果を奏することができた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、NC加工においては、さらなる加工精度アップのみならず作業性の向上が望まれてきており、従来の方法においては、NC加工シミュレータ並びに市販CAMを用いたものであって、コンピュータによって支援されたシステムであっても、人が介在して段階的な処理をしていく方法に留まっていた。すなわち、加工手順、工具形状、ツーリング（ホルダなども含めた工具系全体の形態）、加工モード、切削条件等の決定においては熟練作業者の思考作業を必要とするばかりか、市販CAMを用いた後で条件設定の最終段階において切削条件補正などを行う必要があるために、条件設定時間の短縮化が難しかった。特に複雑な形状の加工など難易度の高い加工においては、切削条件の補正要素も多くなり、加工精度および加工速度の点でまだ解決すべき問題が残されているのが実情であっ

た。

【0008】本発明は、このような問題を解決すべくなされたものであって、その目的とするところは、加工手順、工具形状、ツーリング（ホルダなども含めた工具系全体の形態）、加工モード、切削条件等の決定を自動化してその加工精度並びに作業速度向上を図るだけでなく、条件決定の飛躍的な速度アップができ、従来多くの手間がかかった複雑な形状の加工でも、高精度で且つ迅速な加工が可能な統合CAMシステム、NCデータ一貫生成方法、加工設計システム、加工データ生成装置及びプログラムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とし、これにより上記目的を達成することができる。（請求項1）

・前記加工方法を設計する加工設計手段2が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段（2-1）と、決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段（2-2）とを有することによって、人の思考作業をなくして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定が可能になり、加工精度の向上ができる。（請求項2）

・前記加工設計手段が、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することによって、加工データベースを有効に利用した加工設計ができる。（請求項3）

・前記NCデータを生成するNCデータ生成手段3が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段（3-1）を有することによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができる。（請求項4）

・前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することによって、NCデータ生成手段中の工具経路計算手段にツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむ。（請求項5）

・前記NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4が、切削負荷を検証しこれに応じて送り速度を補正する送り速度補正手段と、無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に、加工

への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集する空切削部NCデータ削除・編集手段とを有することによって、適正な負荷による安定した加工が実現できると共に、空切削部を無くして加工時間の最小化を図ることができる。（請求項6）

・前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間及び、又は前記NCデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に専用インタフェースを介在させることによって、従来では別々の構成であった加工設計手段とNCデータ生成手段及び、又はNCデータ検証・編集手段とを統合することができる。（請求項7）

・前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に介在されている専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有することによって、加工開始点又は一時回避点から実際の加工部に至るまでのアプローチ移動と、実際の加工部から一時回避点又は加工終了点に至るまでのリトラクト移動の経路および速度に関する条件などの情報を有効に利用したNCデータの生成ができる。（請求項8）

20 ・前記NCデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に介在されている専用インタフェースが、シミュレーション精度を含むシミュレーション実行条件に関する情報を有することによって、シミュレーションの条件を容易にNCデータ検証・編集手段に与えることができる。（請求項9）

・前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ検証・編集手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することによって、NCデータの変換を実行する機能を持たせる場所の自由度を広げることができ、柔軟なシステム形態が実現できる。（請求項10）

・被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがパソコンなどを使って検証・編集することも可能である。（請求項11）

・前記加工方法を設計する加工設計手段2が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段（2-1）と、決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段（2-2）とを有することによって、人の思考作業を無くして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイ

ム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定が可能になり、加工精度の向上ができる。(請求項12)

・前記加工設計手段が、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することによって、加工データベースを有効に利用した加工設計ができる。(請求項13)

・前記NCデータを生成するNCデータ生成手段3が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段(3-1)を有することによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを取得することができる。(請求項14)

・前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することによって、NCデータ生成手段中の工具経路計算手段にツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむ。(請求項15)

・前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に専用インタフェースを介在させることによって、従来では別々の構成であった加工設計手段とNCデータ生成手段とを統合することができる。(請求項16)

・前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に介在されている専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有することによって、加工開始点又は一時回避点から実際の加工部に至るまでのアプローチ移動と、実際の加工部から一時回避点又は加工終了点に至るまでのリトラクト移動の経路および速度に関する条件などの情報を有効に利用したNCデータの生成ができる。(請求項17)

・前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することによって、NCデータの変換を実行する機能を持たせる場所の自由度を広げることができ、柔軟なシステム形態が実現できる。(請求項18)

・本発明に係るNCデータ一貫生成方法では、被加工物の形状を入力するステップ(a1)と、該被加工物の加工方法を設計するステップ(a2)と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップ(a3)と、該NCデータを検証・編集するステップ(a4)と、該NCデータを出力するステップ(a5)を備え、これらのステップを連続的に経由することにより製品の形状データから高品質のNCデータを一貫生成することとを特徴とすることによって、上記目的を達成することができる。(請求項19)

・前記加工方法を設計するステップ(a2)が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップ

(a2-1)と、決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップ(a2-2)とを含むことによって、人の思考作業を無くして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定が可能になり、加工精度の向上ができる。(請求項20)

・前記加工方法を設計するステップが、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することによって、加工情報データベースを有効に利用した加工設計ができる。(請求項21)

・前記NCデータを生成するステップ(a3)が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップ(a3-1)を含むことによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを取得することができる。(請求項22)

・前記加工方法を設計するステップ(a2)で生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することによって、NCデータを生成するステップ中の工具経路を計算するステップにツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむ。(請求項23)

・前記NCデータを検証・編集するステップ(a4)が、切削負荷を検証しこれに応じて送り速度を補正するステップ(a4-1)及び、又は無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集するステップ(a4-2)とを含むことによって、適正な負荷による安定した加工が実現できると共に、無駄な空切削部を無くして加工時間の最小化を図ることができる。(請求項24)

・前記NCデータを生成するステップ又は前記NCデータを検証・編集するステップ又はNCデータを出力するステップのいずれかで、前記NCデータを生成するステップ固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを含むことによって、NCデータの変換を実行する順序の自由度を広げることができ、柔軟な処理体系が実現できる。(請求項25)

・被加工物の形状を入力するステップ(a1)と、該被加工物の加工方法を設計するステップ(a2)と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップ(a3)と、該NCデータを出力するステップ(a5)を備え、これらのステップを連続的に経由することにより、被加工物の形状データから高品質のNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがバ

10

20

30

40

50

ソコンなどによって検証・編集することも可能である。
(請求項26)

・前記加工方法を設計するステップ(a2)が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップ(a2-1)と、決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップ(a2-2)とを含むことによって、人の思考作業をなくして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定が可能になり、加工精度の向上ができる。(請求項27)

・前記加工方法を設計するステップが、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することによって、加工データベースを有効に利用した加工設計ができる。(請求項28)

・前記NCデータを生成するステップが、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップを含むことによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができる。(請求項29)

・前記加工方法を設計するステップ(a2)で生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することによって、NCデータを生成するステップ中の工具経路を計算するステップにツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむ。(請求項30)

・前記NCデータを生成するステップ又は前記NCデータを出力するステップのいずれかで、前記NCデータを生成するステップ固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを含むことによって、NCデータの変換を実行する順序の自由度を広げることができ、柔軟な処理体系が実現できる。(請求項31)

・被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4と、該検証・編集されたNCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経由する過程で、形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、加工設計手段からNCデータ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、NCデータ生成手段からNCデータ検証・編集手段へ被加工物の編集前のNCデータを供給し、NCデータ検証・編集手段からNCデータ出力手段へ被加工物の実際の加工に用いる編集後のNCデータを供給することにより、被加工物の形状データからNCデ

ータを一貫生成する構成によって、これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することの特徴とし、これにより上記目的を達成することができる。(請求項32)

・被加工物の形状を入力する形状入力手段と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段とを備え、これらの手段を連続的に経由する過程で、前記形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、前記加工設計手段からNCデータ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、前記NCデータ生成手段からNCデータ出力手段へNCデータを供給することにより、被加工物の形状データから高品質のNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがパソコンなどによって検証・編集することもできる。(請求項33)

・被加工物の形状データからNCデータを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段と、決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段とを有することによって加工設計が容易にできる。(請求項34)

・被加工物の形状データからNCデータを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを用いることによって一貫したNCデータの生成に適した加工設計が実現できる。(請求項35)

請求項36に記載の発明は、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程で素材を加工するとき使用する工具の形状である工具形状と、の最適な組み合わせを決定する工程決定手段と、前記工程決定手段で決定された加工工程と、各加工工程の工具形状と、に基づいて加工機支援装置の工具移動モードを生成する工具移動モード生成手段と、を備えている。

【0010】請求項45に記載の発明は、コンピュータを、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程で素材を加工するとき使用する工具の形状である工具形状と、の最適な組み合わせを決定する工程決定手段と、前記工程決定手段で決定された加工工程と、各加工工程の工具形状と、に基づいて加工機支援装置の工具移動モードを生成する工具移動モード生成手段と、して機能させることを特徴とする。

【0011】請求項36および45に記載の発明によれば、素材を加工するときの各加工工程と工具形状とを用いることで、簡単なルールを構成することができる。こ

こにいう製品形状は型形状も含んでいる。工具形状としては、例えば、工具先端刃形、工具径を用いるのが好ましい。加工機支援装置としては、NCデータを生成する手段、例えばCAMなどが好ましい。そして、上述した簡単なルールを用いて、加工機支援装置の工具移動モードを容易に生成することができる。

【0012】請求項37に記載の発明は、請求項36に記載の発明において、前記工具移動モード生成手段は、加工工程と工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶する工程タイプデータ記憶手段と、前記工程タイプデータ記憶手段に記憶された工程タイプデータを用いて、前記工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定する加工モード決定手段と、加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換するモード変換手段と、を備えたことを特徴とする。

【0013】請求項46に記載の発明は、請求項45に記載の発明において、前記工具移動モード生成手段は、加工工程と工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶する工程タイプデータ記憶手段と、前記工程タイプデータ記憶手段に記憶された工程タイプデータを用いて、前記工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定する加工モード決定手段と、加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換するモード変換手段と、して機能することを特徴とする。

【0014】請求項37および46に記載の発明によれば、工程タイプデータ記憶手段に記憶されている工程タイプデータには、加工工程と工具形状との組み合わせに対して出力すべき加工モードが記述されている。加工工程としては、製品形状を加工するときの各加工工程の順番（番号）が好ましい。工具形状としては、工具先端刃形、工具径等が好ましい。したがって、工程タイプデータは、加工工程と工具形状との組み合わせに対応する加工モードという簡潔なルールで構成されている。そして、上記工程タイプデータを用いて、工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モード、さらに、前記加工モードを変換した工具移動モードを、自動的に決定することができる。

【0015】請求項38に記載の発明は、請求項37に記載の発明において、前記工程タイプデータ記憶手段は、加工工程と先端刃形がボール状の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶することを特徴とする。

【0016】請求項47に記載の発明は、請求項46に記載の発明において、前記工程タイプデータ記憶手段は、加工工程と先端刃形がボール状の工具形状との組み

合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶することを特徴とする。

【0017】請求項38および47に記載の発明によれば、工程タイプデータには加工工程と先端刃形がボール状の工具形状との組み合わせに対応した加工モードが記述されているので、工程刃先形状がボールである工具と加工工程とを条件としたルールを構成することができ、この結果、3次元曲面形状を加工するときに実用的な加工モード、さらに、前記加工モードを変換した工具移動モードを生成することができる。

【0018】請求項39に記載の発明は、請求項37または38に記載の発明において、前記モード変換手段は、各加工モードと前記工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、前記加工モード決定手段で決定された加工モードを前記工具移動モードに変換することを特徴とする。

【0019】請求項48に記載の発明は、請求項46または47に記載の発明において、前記モード変換手段は、各加工モードと前記工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、前記加工モード決定手段で決定された加工モードを前記工具移動モードに変換することを特徴とする。

【0020】請求項39および48に記載の発明によれば、各加工モードと工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換する。ここで、工具移動モードとは、従来のCAMに対応した加工モードをいい、例えば加工機の工具を移動させるときの動作状態をいう。そして、変換テーブルを用いることで、加工モードから汎用的な工具移動モードのデータを自動的に生成することができる。

【0021】請求項40に記載の発明は、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程の加工能力と、を決定する工程決定手段と、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を所定方向に分配して調整するための切削条件調整データを記憶する切削条件調整データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応する切削条件調整データを前記切削条件調整データ記憶手段から読み出し、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて前記所定方向に分配して切削条件を生成する切削条件生成手段と、を備えている。

【0022】請求項49に記載の発明は、コンピュータを、素材を目的の製品形状に加工するための複数の加工工程と、各加工工程の加工能力と、を決定する工程決定手段と、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を所定方向に分配して調整するための切削条件調整データを記憶する切削条件調整データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応する切削条件調整データを前記切削条件調整データ記憶手段から読み出し、前記工程決定手段で決定さ

れた各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて前記所定方向に分配して切削条件を生成する切削条件生成手段と、として機能させることを特徴とする。

【0023】請求項40および49に記載の発明によれば、切削条件調整データ記憶手段に記憶されている切削条件調整データには、切削時の加工能力を所定方向にどのように分配するかを示す切削条件調整データが記憶されている。切削条件調整データは、加工現場のノウハウに基づいて予め決めておくデータである。そして、工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、切削条件調整データに基づいて所定方向に分配することにより、加工現場のノウハウが盛り込まれた切削条件調整データによって、加工現場の実情に応じて切削条件を自動的に決定することができる。

【0024】請求項41に記載の発明は、請求項40に記載の発明において、前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について、1以上の段階毎に所定の割合で分配して調整するための切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配して切削条件を生成することを特徴とする。

【0025】請求項50に記載の発明は、請求項49に記載の発明において、前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、切削時の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について、1以上の段階毎に所定の割合で分配して調整するための切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、前記工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配して切削条件を生成することを特徴とする。

【0026】請求項41および50に記載の発明によれば、切削条件調整データには、さらに、切削時の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について、1以上の段階毎に所定の割合で分配して調整する内容が記述されている。なお、工具の種別によっては、径方向切り込み量に代えて、ピックフィールド量を用いてもよい。そして、工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配することにより、加工現場のノウハウがある切削条件調整データを用いて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件を自動的に決定することができる。

【0027】請求項42に記載の発明は、請求項41に記載の発明において、前記切削条件調整データ記憶手段

は、製品タイプ毎に、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件が飽和したことを示す下限値を前記段階毎に記述された切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件の少なくとも1つが飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で前記加工能力を分配して切削条件を生成することを特徴とする。

10 【0028】請求項51に記載の発明は、請求項50に記載の発明において、前記切削条件調整データ記憶手段は、製品タイプ毎に、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件が飽和したことを示す下限値を前記段階毎に記述された切削条件調整データを記憶し、前記切削条件生成手段は、所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件の少なくとも1つが飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で前記加工能力を分配して切削条件を生成することを特徴とする。

20 【0029】請求項42および51に記載の発明によれば、切削条件調整データには、さらに、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件が飽和したことを示す下限値を前記段階毎に記述されている。所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の少なくとも1つの切削条件が飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で加工能力を分配する。このとき、飽和した切削条件は、下限値に設定するのが好ましい。この結果、加工工程の移行に応じて加工能力が変化した場合には、加工現場のノウハウがある切削条件調整データを用いて加工能力を新たに分配するので、効率的に加工することができる。

30 【0030】請求項43に記載の発明は、加工機の工具位置の原点を示す加工原点、前記工具が移動を開始する位置を示す工具移動開始位置、前記工具を自由に移動できる領域を示す自由移動領域の少なくとも1つを有する加工座標系データを、製品タイプ毎に記憶する加工座標系データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応した加工座標系データを前記加工座標系データ記憶手段から読み出し、読み出した加工座標系データを用いて、対象となる型形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成する工具位置データ生成手段と、を備えている。

40 【0031】請求項52に記載の発明は、コンピュータを、加工機の工具位置の原点を示す加工原点、前記工具が移動を開始する位置を示す工具移動開始位置、前記工具を自由に移動できる領域を示す自由移動領域の少なくとも1つを有する加工座標系データを、製品タイプ毎に

記憶する加工座標系データ記憶手段と、対象となる製品タイプに対応した加工座標系データを前記加工座標系データ記憶手段から読み出し、読み出した加工座標系データを用いて、対象となる型形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成する工具位置データ生成手段と、して機能させることを特徴とする。

【0032】請求項43および52に記載の発明によれば、加工座標系データには、加工機の工具位置の原点を示す加工原点、工具の移動開始位置を示す工具移動開始位置、工具を自由に移動できる領域を示す自由移動領域の少なくとも1つが記述されている。加工原点は、例えば製品基準面のXYZ軸上のそれぞれの最小値又は最大値が好ましい。自由移動領域は、工具を自由に早送りすることができる領域であり、例えば、X面、Y面、Z面の一方側の領域にするのが好ましい。そして、対象となる製品タイプに対応した加工座標系データを用いて、対象となる製品形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成することにより、加工機を制御するための事前作業を自動的に行うことができる。

【0033】請求項44に記載の発明は、切削開始点に工具が接近するときの条件を示すアプローチ工具動作情報、切削終了点から工具が離れるときの条件を示すリトラクト工具動作情報の少なくとも1つを有する工具動作情報を、製品タイプ毎に及び加工機支援装置に対応した工具移動モード毎に記憶する工具動作情報記憶手段と、対象となる製品タイプと、前記製品タイプを加工するときの工具移動モードと、に対応した工具動作情報を前記工具動作情報記憶手段から読み出し、読み出した工具動作情報を用いて、アプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを生成する工具動作情報生成手段と、を備えている。

【0034】請求項53に記載の発明は、コンピュータを、切削開始点に工具が接近するときの条件を示すアプローチ工具動作情報、切削終了点から工具が離れるときの条件を示すリトラクト工具動作情報の少なくとも1つを有する工具動作情報を、製品タイプ毎に及び加工機支援装置に対応した工具移動モード毎に記憶する工具動作情報記憶手段と、対象となる製品タイプと、前記製品タイプを加工するときの工具移動モードと、に対応した工具動作情報を前記工具動作情報記憶手段から読み出し、読み出した工具動作情報を用いて、アプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを生成する工具動作情報生成手段と、して機能させることを特徴とする。

【0035】請求項44および53に記載の発明によれば、工具動作情報は、製品タイプ毎、及び加工機支援

置に対応した工具移動モード毎に存在する。さらに、工具動作情報は、切削開始点に工具が接近するときの条件を示すアプローチ工具動作情報、切削終了点から工具が離れるときの条件を示すリトラクト工具動作情報の少なくとも1つを有している。アプローチ工具動作情報としては、例えば、最初の切削指令点に移動するときの動作、すなわち最初の切削指令点のどの程度上方まで早送り移動するかを示す値、最初の切削指令点の上方のどの程度の距離からアプローチ動作を開始するかを示す値が好ましい。リトラクト工具動作情報としては、例えば、最後の切削指令点の上方のどの程度の距離から早送り移動するかを示す値が好ましい。そして、対象となる製品タイプと、製品タイプを加工するときの工具移動モードと、に対応した工具動作情報を用いて、製品形状を加工するときの工具移動モードのアプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを生成する。このようにして、アプローチ時、リトラクト時の工具動作情報を生成するので、工具の折損などの加工中に生じるトラブルを防止することができ、加工機を制御するための事前作業を自動的に行うことができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る統合CAMシステム、NCデータ一貫生成方法及び加工設計システムの実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0037】図1は、本発明に係る統合CAMシステムの概念図である。

【0038】図1において、1は被加工物の形状データを入力する入力手段である。

【0039】2は前記入力手段1から入力された被加工物の形状データと、データベースに保存されている工程モデル、工程タイプ、標準使用工具リスト、標準使用ホルダ組合せリスト、及び標準使用加工機械リスト等のデータとによって、前記被加工物の加工方法を設計する加工設計手段である。そして、該加工設計手段2には、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段2-1及び決定した各加工工程についてツーリング条件及びその工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段2-2が含まれている。

【0040】3は、前記加工設計手段で設計された設計データを受けて、被加工物を加工する時のNCデータを生成するNCデータ生成手段であって、該NCデータ生成手段には、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮して工具経路を計算する工具経路計算手段3-1が含まれている。

【0041】4は、前記NCデータ生成手段で生成されたNCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段であって、該NCデータ検証・編集手段には、切削負荷を検証しこれに応じて送り速度を補正する送り速度補正手段4-1と、無意味な空切削部を検証しこれに該当

するNCデータを削除すると共に、加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集する空切削部NCデータ削除・編集手段4-2とが含まれている。

【0042】5は、前記NCデータ検証・編集手段からのNCデータを、NC加工機械またはNC加工機械などの間を中継する専用パソコンへ出力する出力手段である。

【0043】なお、図2では、NCデータ生成手段3中にNCデータ変換手段3-2が含まれるように記載されているが、NCデータ変換手段の果たす機能からみて、前記NCデータ生成手段3又は前記NCデータ検証・編集手段4又はNCデータ出力手段5のいずれかに、NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段が含まれれば良いことは明らかである。

【0044】図2は、本発明に係るNCデータ一貫生成方法のフロー図である。

【0045】図2において、a1は被加工物の形状データを入力するステップである。

【0046】a2は、前記入カステップa1で入力された被加工物の形状データと、データベースに保存されている工程モデル、工程タイプ、標準使用工具リスト、標準使用ホルダ組合せリスト及び標準使用加工機械リスト等のデータとによって、前記被加工物の加工方法を設計するステップである。そして、該加工方法を設計するステップa2には、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップa2-1及び決定した各加工工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件及び、その工程に適した工具移動条件、その工程に適した切削条件を決定するステップa2-2が含まれている。

【0047】a3は、前記加工方法を設計するステップで設計された設計データを受けて、被加工物を加工する時のNCデータを生成するステップであって、該NCデータを生成するステップには、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮して工具経路を計算するステップa3-1が含まれている。

【0048】a4は、前記NCデータを生成するステップで生成されたNCデータを検証・編集するステップであって、該NCデータを検証・編集するステップには、切削負荷を検証し、これに応じて送り速度を補正するステップa4-1と、無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集するステップa4-2とが含まれている。

【0049】a5は、前記NCデータを検証・編集するステップからのNCデータを、NC加工機械またはNC加工機械との間を中継する専用パソコンへ出力するステップである。

【0050】なお、図2では、NCデータを生成するステップa3の中にNCデータを変換ステップa3-2が

含まれるように記載されているが、NCデータを変換するステップが果たす機能からみて、前記NCデータを生成するステップa3又は前記NCデータを検証・編集するステップa4又はNCデータを出力するステップa5のいずれかに、NCデータを生成するステップ固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップが含まれれば良いことは明らかである。

【0051】(第1の実施形態)次に、上記概念図である図1を更に具体化した図である図3を用いて第1の実施形態について説明する。

【0052】図3の第1の実施形態において、2は図1における加工設計手段2に相当する加工設計モジュール、3は図1におけるNCデータ生成手段3に相当するNCデータ生成モジュール、4は図1におけるNCデータ検証・編集手段4に相当するNCデータ検証・編集モジュールである。

【0053】該3つのモジュールは専用インタフェース6によって加工設計モジュール2とNCデータ生成モジュール3とが結合され、専用インタフェース7によって、NCデータ生成モジュール3とNCデータ検証・編集モジュール4とが結合されている。

【0054】専用インタフェース6は、加工設計モジュールの出力情報をNCデータ生成モジュールに入力できる情報に変換する機能及び、加工座標系・アプローチ・リトラクト情報等を付加する機能を有している。

【0055】また、専用インタフェース7は、NCデータ生成モジュールの出力情報をNCデータ検証・編集モジュールに入力できる情報に変換する機能、及びワーククランプ情報等を付加する機能を有している。

【0056】(第2の実施形態)次に、上記概念図である図1を更に具体化した図である図3の変形例である図4を用いて第2の実施形態について説明する。

【0057】図4の第2の実施形態において、2は図1における加工設計手段2に相当する加工設計モジュール、3は図1におけるNCデータ生成手段3に相当するNCデータ生成モジュール、4は図1におけるNCデータ検証・編集手段4に相当するNCデータ検証・編集モジュールである。

【0058】該3つのモジュールは専用インタフェース6によって加工設計モジュール2とNCデータ生成モジュール3とが結合され、専用インタフェース7によって、NCデータ生成モジュール3とNCデータ検証・編集モジュール4とが結合されている。

【0059】専用インタフェース6は、加工設計モジュールの出力情報をNCデータ生成モジュールに入力できる情報に変換する機能及び、加工座標系・アプローチ・リトラクト情報等を付加する機能を有している。

【0060】また、専用インタフェース7は、NCデータ生成モジュールの出力情報をNCデータ検証・編集モ

ジュールに入力できる情報に変換する機能、及びワーク
クランプ情報等を付加する機能を有している。

【0061】図4において、特徴とする点は、図3の第
1の実施の形態ではNCデータ生成モジュール3で実行
されていた「ツーリング干渉を考慮した工具経路計算機
能」を有せず、該機能を補完するため加工設計モジュ
ール2で生成された「加工領域データ」をNCデータ生成
モジュールへ供給することにより、NCデータ生成モ
ジュール3における「ツーリング干渉を考慮した工具経
路計算機能」を不要にしたことである。そして、この場
合にはNCデータ検証・編集モジュールに、アプローチ・
リトラクト経路に関するツーリング干渉の検証手段を設
けて安全性を保障している。

【0062】なお、アプローチ・リトラクト以外の経路
(加工設計モジュールから供給された加工領域内の経
路)については、加工設計モジュールで干渉のないツ
ーリングを決定しているため検証は不要である。

【0063】(第3の実施形態)次に、上記概念図であ
る図1を更に具体化した図である図3の別の変形例を図
5用いて第3の実施形態について説明する。

【0064】図5の第3の実施形態において、2は図1
における加工設計手段2に相当する加工設計モジュ
ール、3は図1におけるNCデータ生成手段3に相当する
NCデータ生成モジュールである。

【0065】該2つのモジュールは専用インタフェース
6によって加工設計モジュール2とNCデータ生成モ
ジュール3とが結合されている。

【0066】専用インタフェース6は、加工設計モジュ
ールの出力情報をNCデータ生成モジュールに入力でき
る情報に変換する機能及び、加工座標系・アプローチ・
リトラクト情報等を付加する機能を有している。

【0067】該実施形態の特徴は、NCデータ生成モ
ジュールから出力されたNCデータがシステムの最終出力
となるものであって、該NCデータを直接NC加工機械
に入力するか、または、別のNCデータ検証・編集機能
を有する装置に入力することが可能である。

【0068】(第4の実施形態)次に、上記概念図であ
る図1を更に具体化した図である図5の別の変形例を図
6用いて第4の実施形態について説明する。

【0069】図6の第4の実施形態において、2は図1
における加工設計手段2に相当する加工設計モジュ
ール、3は図1におけるNCデータ生成手段3に相当する
NCデータ生成モジュールである。

【0070】該2つのモジュールは専用インタフェース
6によって加工設計モジュール2とNCデータ生成モ
ジュール3とが結合されている。

【0071】専用インタフェース6は、加工設計モジュ
ールの出力情報をNCデータ生成モジュールに入力でき
る情報に変換する機能及び、加工座標系・アプローチ・
リトラクト情報等を付加する機能を有している。

【0072】図6の第4の実施形態において、特徴とす
る点は、図5の第3の実施の形態ではNCデータ生成モ
ジュール3で実行されていた「ツーリング干渉を考慮し
た工具経路計算機能」を有せず、該機能を補完するため
加工設計モジュール2で生成された「加工領域データ」
をNCデータ生成モジュールへ供給することにより、NC
データ生成モジュール3における「ツーリング干渉を
考慮した工具経路計算機能」を不要にしたことである。
そして、この場合にはNCデータ検証・編集モジュール
に、アプローチ・リトラクト経路に関するツーリング干
渉の検証手段を設けて安全性を保障している。

【0073】なお、アプローチ・リトラクト以外の経路
(加工設計モジュールから供給された加工領域内の経
路)については、加工設計モジュールで干渉のないツ
ーリングを決定しているため検証は不要である。

【0074】また、NCデータ生成モジュールから出力
されたNCデータがシステムの最終出力となるものであ
って、該NCデータを直接NC加工機械に入力するか、
または、別のNCデータ検証・編集機能を有する装置に
入力することが可能である。

【0075】(実施例)本発明の構成要件である加工設
計モジュールについて更に図7を用いて詳細に説明す
る。

【0076】図7は加工設計モジュールの詳細な構成の
一例を示す図であり、図において、2-aは工程計算管
理部であって、工程を荒加工と仕上げ加工に大別した時
の各計算条件を記述した工程モデルを入力して、工程計
算を荒加工工程計算部と仕上げ加工工程計算部へ分配す
る機能を有している。2-bは荒加工工程計算部であ
って、工具の加工能力として加工体積を評価基準に加工工
程を決定すると共に、各工程のツーリングとツーリング
に応じた加工能力も加工能力算出データなどを用いて算
出する。2-cは仕上げ加工工程計算部であって、工具
の加工能力として加工面積を評価基準に加工工程を決定
すると共に、各工程のツーリングとツーリングに応じた
加工能力も決定する。2-dは加工モード・切削条件計
算部であって、前記2-b又は2-cで計算された工程
に対し、別途加工情報DB(データベース)に登録され
た加工モード決定ルールを参照して、加工モードを決定
する。また、別途加工情報DBに登録された切削条件決
定ルールを参照して、前記2-b又は2-cで計算され
た各工程の加工能力から切削条件を決定する。2-e
は工程編集部であって、荒加工と仕上げ加工の工程計算
結果を統合して、被加工物に対する一連の加工工程を決
定する。

【0077】なお、上記の説明において用いた用語の技
術的な意味は以下の通りである。

・加工モード

加工中の工具移動条件の一つであり、NCデータ生成手
段への入力情報として必要なものである。

10

20

30

40

50

【0078】NCデータ生成手段では、このモードに従って工具を移動させたときの工具経路を計算する。

【0079】一般的なものとして、等高線加工モード、走査線加工モード、面沿い加工モードなどがあり、NCデータ生成手段に固有の加工モードもある。

・加工モード決定ルール

加工工程計算部で決定された加工工程と各工程の工具形状と別途登録されたNCデータ生成手段が保有する加工モードを識別子として、各工程の加工モードを決定するためのルール。

・切削条件決定ルール

加工工程計算部で決定された各工程のツーリングに応じた加工能力値を工具の軸方向切り込み量と径方向切り込み量と送り速度に分配するためのルール。

【0080】なお、加工能力値としては、荒加工工程計算部では単位時間当たりの切削体積が、仕上げ加工工程計算部では単位時間当たりの切削面積が用いられる。

・加工能力算出データ

工具の材質、刃形などから決まる工具係数や被削材質から決まる被削材係数などのデータであり、所定の演算式にこのデータを代入することにより、工具（工程）の基準加工能力値が算出される。さらに、あらかじめ定めた基準ツーリングと実際に使用するツーリングとの剛性比較値を使って前記基準加工能力値を補正することにより、ツーリング剛性を考慮した加工能力値が算出される。これらの処理は加工工程計算部で行われる。

【0081】なお、工具に対応した切削条件が加工情報データベースに登録されている場合には、加工能力算出データを用いることなく、与えられた軸方向切り込み量と送り速度の積として基準加工能力が計算される。

【0082】次に本発明の構成要件であるNCデータ生成モジュールに必要な要件について述べる。

・ツーリング干渉を考慮したNCデータの生成。

【0083】従来では工具形状のみを認識してはいたが、工具の長さやホルダは認識せずに工具経路を計算していた。本発明では、工具形状のみでなく、工具の長さやホルダなどツーリングをも認識して工具経路の計算を行なっているので、ツーリング干渉の認識機能によって、指定したツーリングで最大限に進入できる領域についてのNCデータを生成することができる。

・削り残し部を考慮したNCデータの生成。

【0084】従来は削り残し部を認識できず、表面を仕上げるようなNCデータのみ生成していたが、本発明では、以前の削り残し部の認識機能を有しているので、削り残しが多い場合には、削り残し部を予め除去したのち表面を仕上げるようなNCデータを生成することができる。

・加工部が重複しないNCデータの生成。

【0085】従来は、以前に加工した部分の認識ができなかったため、オペレータがNCデータの生成領域を指

定することによってNCデータの重複を避けていたが、本発明では、以前の工程で加工した部分の認識機能を有しているため、加工した部分は再度加工しないようなNCデータの生成ができる。

【0086】次に本発明の構成要件であるNCデータ検証・編集モジュールに必要な要件について述べる。

・切削負荷に応じた送り速度の補正

切削中の負荷をシミュレーションで予測してNCデータ中に記述されている切削送り速度指令を補正する。

10 ・空切削工具経路の削除・編集

従来は、空切削工具経路の削除や編集はオペレータが画面操作によって行うか、無駄な工具動作を含んだままのNCデータで加工していたが、本発明では、NCデータ中の空切削経路や無駄な早送り経路を検出してこれらを削除すると共に、画一的な削除によって生じる干渉や不合理を回避するために、削除した前後の経路の編集を実行して合理化する。

【0087】（第5の実施形態）つぎに、本発明の第5の実施形態について説明する。第5の実施形態では、図3乃至図6に示した加工モード及び切削条件の具体的な決定方法について詳細に説明する。

【0088】本実施の形態に係る加工システムは、図8に示すように、金型などの型形状を設計するために用いられるCAD（Computer-Aided Design）10と、CAD10で設計された型形状の形状データを後述する加工機40の固有データ（以下「NCデータ」という。）に変換する統合CAM（Computer Aided Manufacturing）装置20と、統合CAM装置20からのNCデータに基づいて素材を加工する加工機40と、を備えている。

30 【0089】さらに、統合CAM装置20は、CAD10で設計された型形状の形状データを用いて具体的な加工工程を自動的に設計する加工設計部20Aと、加工設計部20Aで設計された加工工程に基づいてNCデータを生成するNCデータ生成部20Bと、で構成されている。なお、NCデータ生成部20Bは、従来から使用されているCAM、すなわち型形状の形状データから加工機40の種別に対応したNCデータを生成するための加工機支援装置としての機能を有する。したがって、NCデータ生成部20Bの代用として、汎用的なCAMを設けてもよい。

40 【0090】加工設計部20Aは、CAD10で設計された型形状に対して、どのような工具を用いて、どのような手順で、どのような作業を行うかを示すデータを出力する。具体的には、加工設計部20Aは、素材の最終加工までの工程を示す「加工工程」、各加工工程において使用する工具の形状を示す「工具形状」、各加工工程において使用する工具と当該工具を保持するホルダの組み合わせ等を示す「ツーリング」、各加工工程の単位時間当たりの加工体積又は加工面積を示す「加工能力」、NCデータ生成部20Bに対応する加工モード（工具移

動モード)を示す「CAM加工モード」、切削時の条件に応じて加工能力の3次元方向の分配値を示す「切削条件」を求める。なお、ツーリングとは所定の突き出し量で装着されている工具とホルダの組み合わせをいい、ツーリングが異なると加工能力も変わるようになっている。

【0091】加工設計部20Aは、具体的には図9に示すように、工程モデルを記憶する工程モデルデータベース21と、工具形状及びホルダの情報を記憶する設備情報データベース22と、シミュレーションを実行することで「加工工程」、「工具形状」、「ツーリング」及び「加工能力」を決定する工程決定部23と、工程タイプを記憶する工程タイプデータベース24と、加工モード変換データを記憶する加工モード変換データベース25と、NCデータ生成部20Bに対応するCAM加工モードを決定するCAM加工モード決定部26と、複数の切削条件調整データを記憶する切削条件調整データベース27と、切削条件調整データに基づいて「切削条件」を決定する切削条件決定部28とを備えている。

【0092】工程モデルデータベース21は、複数の工程モデルを記憶している。工程モデルは、製品タイプ(型タイプ)毎に存在し、金型の材質、加工手法、切削時の調整等を記述したものである。なお、製品タイプとしては、例えば図10に示すように、鋳造型、ダイカスト型、鍛造型、樹脂型、プレス型があり、それぞれに製品タイプコードが付されている。

【0093】工程モデルは、工程モード及び工程タイプの組を1つ以上有している。例えば図11に示す工程モデルは、荒加工を示す工程モード(R)及び工程タイプ(21)の組と、仕上げ加工を示す工程モード(F)及び工程タイプ(41)の組と、を有している。以下では、図11に示す工程モデルを例に挙げて、詳細に説明する。

【0094】工程モデルは、「工程モード」、「工程タイプコード」、「使用工具径の最大・最小」、「被削材コード」、「切削条件調整コード」、「加工モード変換コード」、「工具交換負荷係数」、「段取り替え負荷係数」を有している。

【0095】「工程モード」は、当該工程モデルの加工内容の概要を示すものである。例えば、工程モード(R)は荒加工を意味し、工程モード(F)は仕上げ加工を意味する。

【0096】「工程タイプコード」は、具体的な加工内容を示すコードである。例えば図12に示すように、(11)は「荒・仕上げ一貫」、(21)は「ブロック材荒加工」で「均一残し荒」、(32)は「鋳物素形材荒加工」で「通常荒」を示している。そして、「工程タイプコード」は、工程タイプデータベース24から所定の工程タイプデータを選択して読み出すときに用いられる。

【0097】「使用工具径の最大・最小 (A) (B)」は、使用する工具径の最大値がA [mm]、最小値がB [mm]であることを示している。

【0098】「被削材コード」は、加工される金型の材質を示すコードである。「被削材コード」は、図13に示すように、鉄系金属と非鉄系金属とに大きく分類されている。そして、「被削材コード」は、鉄系金属の圧延鋼、炭素鋼、合金鋼、工具鋼等にそれぞれ割り振られ、非鉄金属のアルミ合金、アルミダイカスト合金、銅、黄銅にも割り振られている。

【0099】「加工モード変換コード」は、加工モード変換データベース25から所定の加工モード変換データを選択するときに用いられる。加工モード変換データは、加工設計部20Aの加工モードを、NCデータ生成部20Bの機種(種類)に対応したCAM加工モードに変換するためのテーブルである。ここで、「加工モード変換コード」は、NCデータ生成部20Bの機種及び加工内容に応じてそれぞれ振り分けられている。例えば図14に示すように、「加工モード変換コード」は、NCデータ生成部20Bの機種が「aaaa」で「等高線加工」を行う場合は(11)、NCデータ生成部20Bが同機種で「走査線加工」を行う場合は(12)、NCデータ生成部20Bの機種が「bbbb」で「等高線加工」を行う場合は(21)、NCデータ生成部20Bが同機種で「走査線加工」を行う場合は(22)である。

【0100】「切削条件調整コード」は、切削条件調整データベース27から所定の切削条件調整データを選択するときに用いられる。なお、切削条件調整データは、ツーリングの加工能力を所定の方向(軸方向切り込み、径方向切り込み、送り速度)にどのように分配するかを示すテーブルである。

【0101】ここで、「切削条件調整コード」は、図15に示すように、切り込み量を優先して調整する場合と送り速度を優先して調整する場合とに大きく振り分けられ、例えば、「切り込み量優先」で「軸方向最優先」の場合は(11)、「切り込み量優先」で「均等配分」の場合は(15)、「送り速度優先」でかつ切り込みに対して「径方向最優先」の場合は(22)、「送り速度優先」でかつ切り込みに対して「規定配分/軸方向優先」の場合は(23)である。

【0102】設備情報データベース22は、工具に関する情報として例えば図16に示すような複数の工具情報と、工具を保持するホルダに関する情報として例えば図17に示すような複数のホルダ情報と、を記憶している。

【0103】工程決定部23は、製品形状(型形状を含む)、素材形状、製品タイプ、設備情報データベース22に記憶されている工具情報及びホルダ情報を用いてシミュレーションを行って、「加工工程」(工程番号など)、各加工工程の「工具形状」(工具先端刃形や工具

径など)、「ツーリング」及び「加工能力」を決定する。

【0104】工程タイプデータベース24は、複数の工程タイプを記憶している。工程タイプとは、工程決定部23で決定された各加工工程において、「荒削り」や「中仕上げ」などの加工モードを決定するためのルールを示すものである。

【0105】「工程タイプ」は、例えば図18に示すように構成されている。図18では、工程タイプコードは(11)であり、これは「荒・仕上げ一貫」を示している。その他の工程タイプコードは、図12に示した構成と同様に構成されている。

【0106】さらに、「工程タイプ」は、加工モードを決定するための条件の数を示す条件数と、加工モードを決定するための条件の内容を示す条件内容と、を有している。図18に示す工程タイプは、条件数は13であり、条件1から条件13までの条件内容を有している。

【0107】各条件内容は、「工程番号」、「ボール工程順位」、「工具先端刃形」、「直前加工モード」、「工具径」が入力されると、「工程分割数」、「加工モード」、「残し係数」を出力することを意味している。

【0108】「工程番号」は、対象となっている加工工程の順番を示している。例えば、「(=)(1)」は工程番号1を示している。「(>)(1)」は1より大きい工程番号、すなわち工程番号2以上を示している。

【0109】「ボール工程順位」は、対象となっている加工工程の工具先端刃形がボールである工具(ボール工具)のみについてみた場合の加工工程の順番を示している。つまり、工具先端刃形がボールである工具のみをピックアップし、これについてのみ工程番号を1から順に割り付けたときの順位を示している。例えば、「(=)(1)」は、ボール工具のみについてみた場合の工程番号1を示している。「(>)(1)」は、ボール工具のみについてみた場合の工程番号2以降を示している。

【0110】「工具先端刃形」は、工具の先端形状を示している。例えば、(FLAT)はフラット工具、(RADIUS)はラジウス工具、(BALL)はボール工具を示している。

【0111】「直前加工モード」は、対象となっている加工工程の直前の加工工程について決定された加工モードを示している。加工モードとしては、例えば、(RC)は荒削りモード、(MC)は中仕上げモード、(FC)は仕上げモード、(LFC)は局部仕上げモードを示している。加工モードは、その他、例えば図19に示すように、(MC+)は中仕上げ平滑化付きモード、(FC+)は仕上げ平滑化付きモード、(LMC)は局部中仕上げモードを示している。ここで、(+)は「平滑化付き」を示している。

【0112】「工具径」は、工具の直径を示している。

例えば、(>20)は工具径が20mmより大きいこと、(<20)は工具径が20mm以下(20mmを含む。)であることを示している。

【0113】「工程分割数」は、対象となっている加工工程をいくつに分割するかを示している。例えば、

(1)は対象となっている加工工程を分割しないことを示し、(2)は対象となっている加工工程を2つに分割することを示している。

【0114】「加工モード」は、対象となっている加工工程の加工モードを示しており、図19に示す記号を用いている。すなわち、「加工モード」と「直前加工モード」は、同様の記号を用いている。

【0115】なお、「工程分割数」が(2)の場合は、2つに直列に分割された加工工程のそれぞれに対して「加工モード」が存在する。例えば、条件7の「加工モード」は、最初に、中仕上げ平滑化付き(MC+)モードになり、次に、仕上げ平滑化付き(FC+)モードになることを示している。また、条件12の「加工モード」は、最初に、局部中仕上げ(LMC)モードになり、次に、局部仕上げ(LFC)モードになることを示している。

【0116】したがって、工程タイプコード(11)の「荒・仕上げ一貫」において、図18に示す工程タイプデータは、条件1から条件13について、図20に示すような意味を有している。

【0117】加工モード変換データベース25は、NCデータ生成部20B(CAM)の機種毎に、加工モードをCAM加工モードに変換するための加工モード変換データを記憶している。加工モード変換データは、例えば図21に示すように、加工モード変換コードを有している。加工モード変換コードは、CAMの機種と、当該CAMによる加工機40の加工内容を特定するコードである。

【0118】例えば、加工モード変換コード(11)は、CAMの機種が「aaaa」であって等高線加工を行うことを示している。その他、加工モード変換コードは、図14に示したように、CAMの機種毎、加工内容毎に設けられている。すなわち、図11に示した工程モデルの「加工モード変換コード」は、図21に示した「加工モード変換コード」に対応している。

【0119】加工モード変換データは、加工モードコードが入力された場合に、出力すべき「工程分割数」及び「CAM加工モード」を示している。例えば図21において、加工モードコードとして「荒削り」を示す(RC)が入力されると、「工程分割数」として(1)、「CAM加工モード」として(等高線荒)を出力する。また、加工モードコードとして「中仕上げ平滑化付き」を示す(MC+)が入力されると、「工程分割数」として(2)、「CAM加工モード」として(等高線段階中仕上げ)及び(等高線最適化)を出力する。なお、図2

1に示した加工モード変換データにおいて、入力される加工モードと出力されるCAM加工モードとの対応関係は、図22に示すようになっている。また、CAM加工モードコードは、図23に示すようになっている。

【0120】CAM加工モード決定部26は、工程モデルに記述されている工程タイプコード及び加工モード変換コードに基づいて、工程タイプデータベース24内の工程タイプデータを特定し、さらに、加工モード変換データベース25内の加工モード変換データを特定する。そして、CAM加工モード決定部26は、特定したデータを用いて、各加工工程の工程番号や工具形状等に基づいて、CAM加工モードを決定する。

【0121】切削条件調整データベース27は、調整コード毎に、切削条件調整データを記憶している。切削条件調整データとは、工具の加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み、切削送り速度のそれぞれについて所定の割合で分配することを示すデータである。

【0122】切削条件調整データは、図24に示すように、切削条件調整コードと、加工能力を何段階に分けて調整するかを示す調整段数と、を有している。切削条件調整コードは、複数の切削条件調整データから所定のものを選択するときに用いられるコードである。なお、上記切削条件調整コードは、図11に示す工程モデルに記述された「切削条件調整コード」及び図15に示したものに対応している。例えば、図24に示す切削条件調整データは、当該データに記述されている切削条件調整コード(13)及び図15によると、「規定配分/軸方向優先」を示している。

【0123】切削条件調整データは、各調整段において、軸方向切り込み、径方向切り込み、送り速度のそれぞれの方向について「調整率」と「下限値」を規定している。「調整率」は、ツーリングの加工能力をどのような割合で分配するかを百分率示した値である。なお、所定の方向の「調整率」が「0」%であることは、当該方向の加工能力を予め設定された基準値又は下限値にすることを意味する。「下限値」は、「調整率」に応じて加工能力が分配されたときの分配値(切削条件)の下限値を意味する。したがって、ツーリングの加工能力が「調整率」に応じて分配された場合でも、分配された各切削条件は「下限値」以下にならないようになっている。

【0124】そして、切削条件決定部28は、切削条件調整データベース27に記憶されている切削条件調整データを用いて、各加工工程の加工能力を軸方向切り込み、径方向切り込み、送り速度に分配して切削条件を決定する。

【0125】以上のように構成された加工設計部20Aは、製品形状、素材形状、製品タイプに基づいて、当該製品を加工するための具体的な手順(加工工程、工具形状、ツーリング、加工能力、加工モード、切削条件)を設計する。

【0126】工程決定部23は、製品形状、素材形状、製品タイプ、工程モデルデータベース21に記憶されている工程モデル、設備情報データベース22に記憶されている設備情報(工具情報及びホルダ情報)を用いて、例えば加工時間が最も短くなるような最適な組み合わせとして、加工工程、工具形状、ツーリング、加工能力を決定する。

【0127】本実施の形態では、工程決定部23は、例えば図25に示すように、工程番号1から工程番号6までの「加工工程」と、各加工工程における「工具形状」、「ツーリング」及びその「加工能力」を決定する。

【0128】図26は、一般的なオペレータが加工工程を決定したときの各加工工程におけるツーリングを示す図である。図25の工程番号4の加工工程は、図26の工程番号4及び工程番号5を集約したものである。また、図25の全体加工工程は、図26の全体加工工程に比べて、工程数が少なくなっており、さらに、加工時間を短くしている。

【0129】つぎに、CAM加工モード決定部26は、図27に示すステップST1からステップST4までの処理を実行する。

【0130】ステップST1では、CAM加工モード決定部26は、製品タイプに対応する工程モデルを工程モデルデータベース21から読み出して、ステップST2に移行する。なお、CAM加工モード決定部26は、工程決定部23で用いた工程モデルを用いてもよい。

【0131】ステップST2では、CAM加工モード決定部26は、工程モデルに記述されている工程タイプコード(例えば(11))及び加工モード変換コード(例えば(11))を抽出する。そして、抽出した工程タイプコードを有する工程タイプデータを工程タイプデータベース24から読み出し、さらに、抽出した加工モード変換コードを有する加工モード変換データを加工モード変換データベース25から読み出して、ステップST3に移行する。

【0132】ここでは、図18に示した工程タイプデータ及び図21に示した加工モード変換データが読み出されたものとする。

【0133】ステップST3では、CAM加工モード決定部26は、工程タイプデータを用いて加工モードを決定する。具体的には、CAM加工モード決定部26は、工程決定部23で決定された「加工工程」及び当該加工工程で使用する「工具形状」(工程番号2以上の場合には「直前加工モード」も含む。)が、図20に示した13個の入力条件のいずれに該当するかを判定し、該当する入力条件に対応する加工モードを出力する。そして、全部の加工工程について加工モードを出力して、ステップST4に移行する。

【0134】ステップST4では、CAM加工モード決

定部26は、図22に示した入力加工モードと出力CAM加工モードとの対応関係に基づいて、各加工工程の加工モードをCAM加工モードに変換して出力する。

【0135】以上のように、CAM加工モード決定部26は、製品タイプに対応した工程モデルに基づいて工程タイプデータ及び加工モード変換データを選択し、選択したデータを用いて、製品加工時の各加工工程のCAM加工モードを決定することによって、NCデータ生成部20Bに対応したCAM加工モードを自動的に決定することができる。

【0136】CAM加工モード決定部26は、特に、工程番号、直前加工モード、工具先端刃形及び工具径の組合わせによって加工モードを出力する工程タイプデータを用いることで、簡単な条件内容で的確な加工モードを決定することができる。

【0137】さらに、CAM加工モード決定部26は、工具先端刃形がボールである工具の工程番号を入力条件とした工程タイプデータを用いることで、3次元曲面形状を加工するのに好適な実用的な加工モードを決定することができる。

【0138】また、CAM加工モード決定部26は、加工モードとCAM加工モードの対応関係を示した加工モード変換データを用いることで、汎用的なNCデータ生成部20B（CAM）に合致したCAM加工モードを自動的に求めることができ、CAMと有機的な結合を図ることができる。

【0139】切削条件決定部28は、各加工工程の加工能力を分配するために、図28に示すステップST11からステップST18までの処理を実行する。

【0140】ステップST11では、切削条件決定部28*30 【数1】

$$\sqrt{\frac{\text{工程番号1の加工能力 } 2500 [\text{mm}^3/\text{min}]}{\text{送り速度の基準値 } 100 [\text{mm}/\text{min}]}} = 5 [\text{mm}]$$

【0145】このように、切削条件決定部28は、工程番号1の加工能力2500を切削条件調整データに基づいて分配し、軸方向切り込み及び径方向切り込みの切削条件「5」と送り速度の切削条件「100」とを求めて、ステップST14に移行する。なお、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件を乗すると、当該加工工程の加工能力になる。

【0146】ステップST14では、切削条件決定部28は、調整すべきパラメータが飽和したか、つまり、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の各切削条件が飽和したかを判定する。そして、いずれの切削条件も飽和していないときはステップST15に移行し、一部の切削条件（調整率ゼロを除く）が飽和しているときはステップST18に移行し、すべての切削条件（調整率ゼロを除く）が飽和しているときはステップST19に移行する。

*8は、工程モデルに記述されている切削条件調整コード（例えば（13））を抽出し、抽出した切削条件調整コードを有する切削条件調整データを切削条件調整データベース27から読み出し、ステップST12に移行する。この結果、切削条件決定部28は、図24に示した切削条件調整データを読み出す。

【0141】ステップST12では、切削条件決定部28は、調整段を特定する第n段の初期値を1、加工工程を特定する工程番号mの初期値を1に設定して、ステップST13に移行する。

【0142】ステップST13では、切削条件決定部28は、工程番号mにおけるツーリングの加工能力を第n段の調整率に基づいて配分する。以下では、工程番号1以降の各加工工程の加工能力は次のようにあるものとして、図24を用いて説明する。

【0143】加工工程の工程番号1：ツーリングの加工能力2500 [mm³/min]

加工工程の工程番号2：ツーリングの加工能力20 [mm³/min]

20 加工工程の工程番号3：ツーリングの加工能力8 [mm³/min]

（工程番号4以降は省略）

切削条件決定部28は、第1段において、送り速度を当該ツーリングの予め定められた基準値（例えば、「100」）に設定すると共に、残りのツーリングの加工能力を軸方向切り込みに50 [%]、径方向切り込みに50 [%]に分配する。つまり、軸方向切り込み及び径方向切り込みの切削条件は、共に次のようになる。

【0144】

40 【0147】ステップST15では、切削条件決定部28は、ステップST13で求めた各切削条件（上述した例では、軸方向切り込み及び径方向切り込みの切削条件「5」、送り速度の切削条件「100」）を決定して、ステップST16に移行する。

【0148】ステップST16では、切削条件決定部28は、全部の加工工程の加工能力の分配を終了したかを判定し、終了したときは一連の処理を終了し、終了していないときはステップST17に移行する。

【0149】ステップST17では、切削条件決定部28は、次の加工工程の加工能力を分配対象とすべく、工程番号mをインクリメント（m←m+1）して、ステップST13に戻る。そして、切削条件決定部28は、再びステップST13以降の処理を繰り返す。

50 【0150】切削条件決定部28は、工程番号2以降については、以下のように加工能力を分配する。ステップ

ST13では、切削条件決定部28は、工程番号2の加工能力20の場合、第1段において、送り速度をステップST13で用いた基準値(100)に設定すると共に、残りのツーリングの加工能力を軸方向切り込みに50[%]、径方向切り込みに50[%]に分配する。つ*

※より、軸方向切り込み及び径方向切り込みの切削条件は、共に次のようになる。

【0151】

【数2】

$$\sqrt{\frac{\text{工程番号2の加工能力 } 20 [\text{mm}^3 / \text{min}]}{\text{送り速度の基準値 } 100 [\text{mm} / \text{min}]}} = 0.447 [\text{mm}]$$

【0152】このとき、軸方向切り込みの切削条件「0.447」は、下限値0.1より大きい。しかし、径方向切り込みの切削条件「0.447」は、下限値0.5を下回っていて、飽和状態になっている。そこで、ステップST14では、切削条件決定部28は、径方向切り込みのみが飽和していると判定して、ステップST18に移行する。

【0153】ステップST18では、切削条件決定部28は、下限値未満になってしまった径方向切り込みの切*

10※削条件を下限値0.5に設定する。切削条件決定部28は、再び第1段において、送り速度をステップST13で用いた基準値(100)に、さらに、径方向切り込みの切削条件を下限値(0.5)に設定し、残りの加工能力を軸方向切り込みに分配する。この結果、軸方向切り込みの切削条件は、次のようになる。

【0154】

【数3】

$$\frac{\text{工程番号2の加工能力 } 20 [\text{mm}^3 / \text{min}]}{\text{送り速度の基準値 } 100 [\text{mm} / \text{min}] \cdot \text{径方向切り込みの下限値 } 0.5 [\text{mm}]} = 0.4 [\text{mm}]$$

【0155】軸方向切り込みの切削条件は、0.4であり、下限値0.1を上回っているため、飽和していない。そこで、切削条件決定部28は、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件を出力して、ステップST16に移行する。そして、ステップST16、ステップST17を経て、次の工程番号3の加工能力4を分配すべく、ステップST13に戻る。

【0156】切削条件決定部28は、工程番号3の加工★30

★能力4を次のように分配する。すなわち、再び第1段において、送り速度をステップST13で用いた基準値(100)に、さらに、径方向切り込みの切削条件を下限値(0.5)に設定し、残りの加工能力を軸方向切り込みに分配する。この結果、軸方向切り込みの加工能力は、次のようになる。

【0157】

【数4】

$$\frac{\text{工程番号3の加工能力 } 4 [\text{mm}^3 / \text{min}]}{\text{送り速度の基準値 } 100 [\text{mm} / \text{min}] \cdot \text{径方向切り込みの下限値 } 0.5 [\text{mm}]} = 0.08 [\text{mm}]$$

【0158】このとき、軸方向切り込みの切削条件は、下限値0.1を下回るので、飽和状態になる。そこで、切削条件決定部28は、軸方向切り込み及び径方向切り込みの2つが飽和したと判定して、ステップST14からステップST19に移行する。

【0159】ステップST19では、切削条件決定部28は、切削条件調整データの次の調整段に移行すべく、nをインクリメント(n=n+1)して、ステップST13に戻る。つまり、切削条件決定部28は、上述した説明においては、切削条件調整データの第1段の処理を行っていたので、次の第2段の処理に移行する。

☆【0160】切削条件調整データの第2段では、軸方向切り込みの調整率は0%、径方向切り込みの調整率は100%、送り速度の調整率は0%である。これは、軸方向切り込みは前段で飽和した状態の加工能力(下限値0.1)を設定し、送り速度は前段で設定された加工能力(基準値100)をそのまま設定し、径方向切り込みは残りの加工能力を全部設定することを意味する。したがって、径方向切り込みの加工能力は、次のようになる。

【0161】

【数5】

$$\frac{\text{工程番号3の加工能力 } 4 [\text{mm}^3 / \text{min}]}{\text{送り速度の基準値 } 100 [\text{mm} / \text{min}] \cdot \text{軸方向切り込みの下限値 } 0.1 [\text{mm}]} = 0.4 [\text{mm}]$$

【0162】径方向切り込みの切削条件は、0.4であり、下限値0.1を上回っているため飽和していない。

そこで、切削条件決定部28は、第2段において、送り速度の切削条件「100」、軸方向切り込みの切削条件「0.1」、径方向切り込みの切削条件「0.4」を決定して出力する(ステップST15)。

【0163】そして、切削条件決定部28は、ステップST16以降の処理を繰り返すことによって、各加工工程のツーリングの加工能力を、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に分配して、各切削条件を決定することができる。

【0164】以上のように、切削条件決定部28は、加工工程の加工能力の違いを考慮して、加工能力を軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に分配することができるので、どのような加工工程においても常に最適な切削条件で製品を加工するための加工データを生成することができる。

【0165】すなわち、切削条件については、同じ切削負荷であっても、切り込み量を多くして工具送り速度を小さくしたり、切り込み量を少なくして工具送り速度を大きくすることができる。つまり、切削条件には様々な選択肢があり、この選択肢は加工機や治工具の特性を考慮して決められるので、ノウハウ的な要素が高い。

【0166】そこで、切削条件決定部28は、上述したノウハウが詰め込まれた切削条件調整データを用いることで、加工現場のノウハウに基づいて飽和しないように適切に加工能力を分配することができるので、加工現場の実情に応じた切削条件を自動的に決定することができる。

【0167】なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内で様々な設計上の変更を行ってもよい。例えば、工程モデル、工程タイプデータ、加工モード変換データ、切削条件調整データは、本発明の実施の形態を説明するために用いたものであり、上述した説明と異なるコード等が記述されたものであってもよい。

【0168】(第6の実施形態) つぎに、本発明の第6の実施形態について説明する。なお、第5の実施形態と同一の部位については同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施の形態では、統合CAM装置20は、図29に示すように構成されている。なお、CAD及び加工機は、図8と同様であるので、図示を省略する。

【0169】統合CAM装置20は、図29に示すように、CADで設計された型形状の形状データを用いて具体的な加工工程を自動的に設計する加工設計部20Aと、加工座標系データを記憶する加工座標系データベース31と、加工原点や移動開始点を決定する加工座標系決定部32と、工具動作情報を記憶するアブローチ・リトラクト動作情報データベース33と、工具動作を決定するアブローチ・リトラクト動作決定部34と、加工設計部20A、加工座標系決定部32及びアブローチ・リトラクト動作決定部34からのデータに基づいてNCデ

ータを生成するNCデータ生成部20Bと、を備えている。

【0170】加工座標系データベース31は、「製品タイプコード」毎に、加工座標系データを記憶している。加工座標系データは、具体的には図30に示すように、「加工原点」、「工具移動開始点」、「早送り移動Z平面」、「アブローチ・リトラクトコード」で構成されている。

【0171】「製品タイプコード」は、図10に示したコードと同様のものであり、型形状を特定するコードである。「加工原点」は、製品基準面の加工原点である。ここで、「(XL)(YL)(ZL)」は、製品基準面のX座標、Y座標、Z座標のそれぞれの最小値を加工原点とすることを意味する。「(XU)(YU)(ZU)」は、製品基準面のX座標、Y座標、Z座標のそれぞれの最大値を加工原点とすることを意味する。

【0172】「工具移動開始点」は、工具の移動の開始点のX座標、Y座標、Z座標を示す。なお、括弧の左から順に、X座標、Y座標、Z座標である。「早送り移動Z平面」は、当該平面Zより上の領域は工具を自由に早送りできることを意味する。括弧の値はZ軸の座標であり、上記Z平面を示している。「アブローチ・リトラクトコード」は、アブローチ・リトラクト動作情報データベース33に記憶されている工具動作情報を特定するためのコードである。

【0173】アブローチ・リトラクト動作情報データベース33は、アブローチ・リトラクトコード毎に、工具動作情報を記憶している。工具動作情報は、図31に示すように、CAM加工モード毎に、「アブローチ方式」、「早送り接近限界」、「アブローチ動作始点」、「早送りリトラクト始点」で構成されている。なお、CAM加工モードは、図23に示したコードと同一のものである。

【0174】「アブローチ方式」は、スパイラル軌跡、円弧軌跡、垂直降下等の動作を特定して工具を最初の切削指令点に移動(接近)することを示している。なお、(ZSPI)はスパイラル動作、(ZCIR)は円弧動作、(ZDOW)は垂直降下でZ方向から接近することを示している。「早送り接近限界」は、最初の切削指令点の上方何mmまで早送り移動をするかを示す値である。

【0175】「アブローチ動作始点」は、最初の切削指令点の上方何mmからアブローチ動作を開始するかを示す値である。「早送りリトラクト動作始点」は、最後の切削指令点の上方何mmから早送り移動を開始するかを示す値である。

【0176】以上のように構成された統合CAM装置20では、加工座標系決定部32は、次のように動作する。

【0177】最初に、加工座標系決定部32は、加工設

10

20

30

40

50

計部20Aから供給される製品タイプコードに基づいて、加工座標系データベース31から加工座標系データを読み出し、当該加工座標系データに記述されている「加工原点」、「工具移動開始点」、「早送り移動Z平面」及び「アプローチ・リトラクトコード」を抽出する。そして、加工座標系決定部32は、「加工原点」、「工具移動開始点」及び「早送り移動Z平面」をNCデータ生成部20Bに供給し、「アプローチ・リトラクトコード」をアプローチ・リトラクト動作決定部34に供給する。

【0178】製品タイプコードが例えば(101)の場合、加工座標系決定部32は、「加工原点」として「(XL)(YL)(ZL)」、「工具移動開始点」として「(0,0)(0,0)(200,0)」、「早送り移動Z平面」として「150,0」を抽出してNCデータ生成部20Bに供給する。一方で、加工座標系決定部32は、「アプローチ・リトラクトコード」として(11)をアプローチ・リトラクト動作決定部34に供給する。

【0179】アプローチ・リトラクト動作決定部34は、加工座標系決定部32から供給された「アプローチ・リトラクトコード」と、加工設計部20Aから供給されたCAM加工モードと、に基づいて、工具動作情報の中から「アプローチ方式」、「早送り接近限界」、「アプローチ動作始点」、「早送りリトラクト始点」を抽出して、NCデータ生成部20Bに供給する。

【0180】この結果、NCデータ生成部20Bは、加工座標系決定部32から供給された「加工原点」等や、アプローチ・リトラクト動作決定部34から供給された「アプローチ方式」等のデータを用いて、NCデータを生成することができる。

【0181】アプローチ時とリトラクト時の工具経路は、工具が折損するか否かに関わる重要な因子であり、従来においてはオペレータの技量によって決められていた。

【0182】これに対して、本実施の形態に係る統合CAM装置20は、アプローチ時とリトラクト時の工具経路に関するデータを記述した加工座標系データや工具動作情報を用いることで、製品タイプに応じて熟練したオペレータのノウハウを盛り込んだ、安全で且つ適切な工具経路を決定することができる。このため、統合CAM装置20は、アプローチ時及びリトラクト時の適正な工具経路を含むNCデータを生成することができるので、加工機において工具折損等による加工中のトラブルを防止することができる。

【0183】なお、専用インタフェース内に、加工座標系データベース31、加工座標系決定部32、アプローチ・リトラクト動作情報データベース33、アプローチ・リトラクト動作決定部34を設け、当該専用インタフェースを加工設計部20AとNCデータ生成部20Bの

間に設けてもよい。これにより、上記専用インタフェースを介在させるだけで、多種多様な加工設計部20AとNCデータ生成部20Bとを統合させることができ、システム全体の汎用性と拡張性を飛躍的に向上させることができる。

【0184】なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内で様々な設計上の変更を行ってもよい。例えば、加工座標系データ、工具動作情報は、本発明の実施の形態を説明するために用いたものであり、上述した説明と異なるデータ等が記述されたものであってもよいのは勿論である。

【0185】

【発明の効果】以上述べたように、請求項1に記載の発明では、被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に經由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することにより、切削条件等決定に人手を介さずCAM作業を完結することができ、高品質のNCデータを安定して得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、従来多くの手間がかかった複雑な形状の加工でも、高精度で且つ迅速な加工が可能となり、人的工数の削減とリードタイムの短縮が可能で、熟練者不足へも対応が可能な統合CAMシステムを提供することができる。

【0186】また、請求項2に記載の発明では、前記加工方法を設計する加工設計手段2が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段(2-1)を有することによって加工コストの低減化を踏まえた加工工程の設定ができ、更に決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する条件決定手段(2-2)によって、人の思考作業を無くして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定によって、加工精度の向上ができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、従来多くの手間がかかった複雑な形状の加工でも、高精度で且つ迅速な加工が可能な加工設計情報が得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0187】また、請求項3に記載の発明では、前記加工設計手段が、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することによって、過去の実績を生かした実用的な加工設計情報が安定して得られ、更に実用的な加工設計ができる。

【0188】また、請求項4に記載の発明では、NCデータを生成するNCデータ生成手段3が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段(3-1)を有することによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能な統合CAMシステムを提供することができる。

【0189】また、請求項5に記載の発明では、前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することによって、NCデータ生成手段中の工具経路計算手段にツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむので、NCデータ生成手段の機能を抑えた形でも条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0190】また、請求項6に記載の発明では、前記NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4が、切削負荷を検証しこれに応じて送り速度を補正する送り速度補正手段を有することによって、適正な負荷による安定した加工が実現でき、無意味な空切削部を検証し、これに該当するNCデータを削除すると共に、加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集する空切削部NCデータ削除・編集手段を有することにより、無駄な空切削部を無くして加工時間の最小化を図ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0191】また、請求項7に記載の発明では、前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間及び、又は前記NCデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に専用インタフェースを介在させることによって、従来では別々の構成であった加工設計手段とNCデータ生成手段及び、又はNCデータ検証・編集手段とを統合することができる。したがって、この発明によれば、人手を介さずにCAM作業を完結し、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0192】また、請求項8に記載の発明では、前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に介在されている専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有することによって、加工開始点又は一時回避点から実際の加工部に至るまでのアプローチ移動と、実際の加工部から一時回避点又は加工終了点に至るまでのリトラクト移動の経路および速度に関する条件などの情報を有効に利用したNCデータの生成ができ、更に実用的な統合CAMシステムを提供することができる。

【0193】また、請求項9に記載の発明では、前記NC

Cデータ生成手段と前記NCデータ検証・編集手段との間に介在されている専用インタフェースが、シミュレーション精度を含むシミュレーション実行条件に関する情報を有することによって、シミュレーションの条件を有効にNCデータ検証・編集手段に与えることができ、更に実用的な統合CAMシステムを提供することができる。

【0194】また、請求項10に記載の発明では、前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ検証・編集手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することによって、NCデータの変換を実行する機能を持たせる場所の自由度を広げることができ、柔軟なシステム形態が実現できる。

【0195】また、請求項11に記載の発明では、被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがパソコンなどにより検証・編集することも可能であるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能となり、人的工数の削減とリードタイムの短縮が可能で、熟練者不足へも対応が可能な統合CAMシステムを提供することができる。また、請求項12に記載の発明では、前記加工方法を設計する加工設計手段2が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段(2-1)と、決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段(2-2)とを有することによって、人の思考作業を無くして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定によって、加工精度の向上ができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能な加工設計情報が得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0196】また、請求項13に記載の発明では、前記加工設計手段が、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを有することによって、過去の実績を生かした実用的な加工設計情報が得られ、更に実用的な加工設計ができる。

【0197】また、請求項14に記載の発明では、前記NCデータを生成するNCデータ生成手段3が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路と

の重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路計算手段(3-1)を有することによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能な統合CAMシステムを提供することができる。

【0198】また、請求項15に記載の発明では、前記加工設計手段で生成された加工領域データを前記NCデータ生成手段へ供給することによって、NCデータ生成手段中の工具経路計算手段にツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむので、NCデータ生成手段の機能を抑えた形でも条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0199】また、請求項16に記載の発明では、前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に専用インタフェースを介在させることによって、従来では別々の構成であった加工設計手段とNCデータ生成手段とを統合することができる。したがって、この発明によれば、人手を介さずにCAM作業を完結し、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られる統合CAMシステムを提供することができる。

【0200】また、請求項17に記載の発明では、前記加工設計手段と前記NCデータ生成手段との間に介在されている専用インタフェースが、アプローチ・リトラクトの情報を有することによって、加工開始点又は一時回避点から実際の加工部に至るまでのアプローチ移動と、実際の加工部から一時回避点又は加工終了点に至るまでのリトラクト移動の経路および速度に関する条件などの情報を有効に利用したNCデータの生成ができ、更に実用的な統合CAMシステムを提供することができる。

【0201】また、請求項18に記載の発明では、前記NCデータ生成手段又は前記NCデータ出力手段のいずれかが、前記NCデータ生成手段固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するNCデータ変換手段を有することによって、NCデータの変換を実行する機能を持たせる場所として、NCデータ生成手段又はNCデータ出力手段のいずれかを選択できるのでシステムの形態の自由度を広げることができる。

【0202】また、請求項19に記載の本発明に係るNCデータ一貫生成方法では、被加工物の形状を入力するステップ(a1)と、該被加工物の加工方法を設計するステップ(a2)と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップ(a3)と、該NCデータを検証・編集するステップ(a4)と、該NCデータを出力するステップ(a5)を備え、これらのステップを連

続的に実行することにより、切削条件等決定に人手を介さずCAM作業を完結することができ、極めて高品質のNCデータを安定して得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、従来多くの手間がかかった複雑な形状の加工でも、高精度で且つ迅速な加工が可能となり、人的工数の削減とリードタイムの短縮が可能で、熟練者不足へも対応が可能なNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

【0203】また、請求項20に記載の発明では、前記加工方法を設計するステップ(a2)が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップ(a2-1)と、決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップ(a2-2)とを含むことによって、人の思考作業を無くして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定ができ、加工精度の向上を図ることができるので、高精度で且つ迅速な加工が可能な加工設計情報が得られるNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

【0204】また、請求項21に記載の発明では、前記加工方法を設計するステップが、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することによって、過去の実績を生かした実用的な加工設計情報が得られ、更に実用的な加工設計ができる。

【0205】また、請求項22に記載の発明では、前記NCデータを生成するステップ(a3)が、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップ(a3-1)を含むことによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータの一貫生成が可能になる。

【0206】また、請求項23に記載の発明では、前記加工方法を設計するステップ(a2)で生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することによって、NCデータを生成するステップ中の工具経路を計算するステップにツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむので、NCデータ生成ステップの機能を抑えた形でも条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータの一貫生成が可能になる。

【0207】また、請求項24に記載の発明では、NCデータを検証・編集するステップ(a4)が、切削負荷を検証し、これに応じて送り速度を補正するステップ(a4-1)を含むことにより、適正な負荷による安定した加工が実現できる。また、無意味な空切削部を検証

し、これに該当するNCデータを削除すると共に、加工への影響に配慮しながら周辺のNCデータを編集するステップ(a4-2)を含むことにより、無駄な空切削部を無くして加工時間の最小化を図ることができる。よって、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータが得られるNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

【0208】また、請求項25に記載の発明では、前記NCデータを生成するステップ又は前記NCデータを検証・編集するステップ又はNCデータを出力するステップのいずれかで、前記NCデータを生成するステップ固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを有することによって、NCデータの変換を実行する順序として、NCデータを生成するステップ又はNCデータを検証・編集するステップ又はNCデータを出力するステップのいずれかを選択できるので、処理体系の自由度を広げることができる。

【0209】また、請求項26に記載の発明では、被加工物の形状を入力するステップ(a1)と、該被加工物の加工方法を設計するステップ(a2)と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するステップ(a3)と、該NCデータを出力するステップ(a5)を備え、これらのステップを連続的に経由することにより、被加工物の形状データから高品質のNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがパソコンなどにより検証・編集することも可能であるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能となり、人的工数の削減とリードタイムの短縮が可能で、熟練者不足へも対応が可能なNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

【0210】また、請求項27に記載の発明では、前記加工方法を設計するステップ(a2)が、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定するステップ(a2-1)と、決定した各工程について干渉と剛性を考慮したツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定するステップ(a2-2)とを含むことによって、人の思考作業をなくして加工設計作業を自動化でき、CAM作業の工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、ツーリングに合った切削条件の設定によって、加工精度の向上ができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能な加工設計情報が得られるNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

【0211】また、請求項28に記載の発明では、前記加工方法を設計する手段が、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを用いて加工方法を設計することによって、過去の実績を生かした実用的な加工設計情報が安定して得られ、更に実用的な加工設計ができる。

【0212】また、請求項29に記載の発明では、前記NCデータを生成するステップが、ツーリングの干渉・前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複、又は前工程の削り残し部・前工程の工具経路との重複を考慮した工具経路を計算するステップを含むことによって、工具の効率的な経路に基づくNCデータを得ることができるので、条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータ一貫生成方法を提供することができる。

10 【0213】また、請求項30に記載の発明では、前記加工方法を設計するステップ(a2)で生成された加工領域データを前記NCデータを生成するステップへ供給することによって、NCデータを生成するステップ中の工具経路を計算するステップにツーリング干渉を考慮した工具経路計算機能を持たずにすむので、NCデータを生成するステップの機能を抑えた形で条件決定の飛躍的な速度アップができ、高精度で且つ迅速な加工が可能なNCデータの一貫生成が可能になる。

20 【0214】また、請求項31に記載の発明では、前記NCデータを生成するステップ又はNCデータを出力するステップのいずれかで、前記NCデータを生成するステップ固有の形式のNCデータをNC加工機械が稼働できる所定の形式のNCデータに変換するステップを有することによって、NCデータの変換を実行する順序として、NCデータを生成するステップ又はNCデータを出力するステップのいずれかを選択できるので、処理体系の自由度を広げることができる。

30 【0215】また、請求項32に記載の発明では、被加工物の形状を入力する形状入力手段1と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段2と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段3と、該NCデータを検証・編集するNCデータ検証・編集手段4と、該検証・編集されたNCデータを出力するNCデータ出力手段5を備え、これらの手段を連続的に経由する過程で、形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、加工設計手段からNCデータ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、NCデータ生成手段からNCデータ検証・編集手段へ被加工物の編集前NCデータを供給し、NCデータ検証・編集手段からNCデータ出力手段へ被加工物の実際の加工に用いる編集後のNCデータを供給することにより、被加工物の形状データからNCデータを一貫生成する構成によって、これらの手段を連続的に経由することにより被加工物の形状データからNCデータを一貫生成することを特徴とし、これにより上記目的を達成することができる。

50 【0216】また、請求項33に記載の発明では、被加工物の形状を入力する形状入力手段と、該被加工物の加工方法を設計する加工設計手段と、該被加工物を加工するときのNCデータを生成するNCデータ生成手段と、

該NCデータを出力するNCデータ出力手段とを備え、これらの手段を連続的に經由する過程で、前記形状入力手段から加工設計手段へ被加工物の形状データを供給し、前記加工設計手段からNCデータ生成手段へ被加工物の加工工程と各工程の加工条件を供給し、前記NCデータ生成手段からNCデータ出力手段へNCデータを供給することにより、被加工物の形状データから高品質のNCデータを一貫生成することによって、既存の検証・編集機能を有するNC加工機にNCデータを与えたり、オペレータがパソコンなどによって検証・編集することもでき、これにより上記目的を達成することができる。

【0217】また、請求項34に記載の発明では、被加工物の形状データからNCデータを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、加工コストの最小化を考慮して加工工程を決定する加工工程決定手段と、決定した各工程についてツーリング条件・その工程に適した工具移動条件・その工程に適した切削条件を決定する加工条件決定手段とを有することによって人手を介さず加工設計作業を自動化でき、人的工数削減とリードタイム短縮が図れる。また、高品質の加工設計情報が安定して得られるので、熟練者不足への対応も可能となる加工設計システムを提供することができる。

【0218】また、請求項35に記載の発明では、被加工物の形状データからNCデータを一貫生成するために、被加工物の加工方法を設計する加工設計システムであって、加工モード決定ルール、切削条件決定ルール及び、又は加工能力算出データを含む加工情報データベースを用いることによって過去の実績を生かした実用的な加工設計情報が安定して得られ、一貫したNCデータの生成に適した加工設計が実現できる。

【0219】請求項36および45に記載の発明では、工程決定手段で決定された加工工程と、各加工工程の工具形状と、に基づいて加工機支援装置の工具移動モードを生成することにより、簡潔なルールによって、加工機支援装置に対応した工具移動モードを生成することができる。

【0220】請求項37および46に記載の発明では、加工工程と工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを用いて、工程決定手段で決定された加工工程と各加工工程の工具形状との組み合わせに対応した加工モードを決定して、工具移動モードに変換することにより、各加工工程とその工具形状とで構成された簡潔ルールによって、加工機支援装置に対応した工具移動モードを生成することができる。

【0221】請求項38および47に記載の発明では、工程タイプデータ記憶手段が、加工工程と先端刃形がボール状の工具のみについてみた場合の加工工程との組み合わせに対応した加工モードを決定するための工程タイプデータを記憶することにより、工程刃先形状がボール

である工具のみでみた場合の加工工程との全体の加工工程とを条件としたルールを構成し、3次元曲面形状を加工するときに実用的な加工モード、さらに、前記加工モードを変換した工具移動モードを生成することができる。

【0222】請求項39および48に記載の発明では、各加工モードと工具移動モードとの対応関係を示す変換テーブルを用いて、加工モード決定手段で決定された加工モードを工具移動モードに変換することにより、汎用的な工具移動モードのデータを自動的に生成することができる。

【0223】請求項40および49に記載の発明では、対象となる型形状に対応する切削条件調整データを切削条件調整データ記憶手段から読み出し、工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて所定方向に分配して得られる切削条件を生成することにより、加工現場のノウハウを切削条件調整データに盛り込むことで、加工現場の実情に応じて切削条件を自動的に決定することができる。

【0224】請求項41および50に記載の発明では、工程決定手段で決定された各加工工程の加工能力を、読み出した切削条件調整データに基づいて、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配して得られる切削条件を生成することにより、加工現場のノウハウがある切削条件調整データを用いて、加工能力を軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度に所定の割合で分配することができる。

【0225】請求項42および51に記載の発明では、所定の段階において軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度の切削条件の少なくとも1つが飽和したときは、軸方向切り込み、径方向切り込み及び送り速度について次の段階の所定の割合で加工能力を分配することにより、加工工程の移行に応じて加工能力が変化したときに、加工現場のノウハウがある切削条件調整データを用いて新たな切削条件を自動的に決定するので、効率的に加工することができる。

【0226】請求項43および52に記載の発明では、対象となる型形状に対応した加工座標系データを加工座標系データ記憶手段から読み出し、読み出した加工座標系データを用いて、対象となる型形状を加工するための加工機の工具位置の加工原点、工具移動開始位置、自由移動領域の少なくとも1つを特定する工具位置データを生成することにより、加工機を制御するための事前作業を自動的に行うことができる。

【0227】請求項44及び53に記載の発明では、対象となる型形状と、型形状を加工するときの加工モードと、に対応した工具動作情報を工具動作情報記憶手段から読み出し、読み出した工具動作情報を用いて、型形状を加工するときの加工モードに対応したアプローチ工具動作情報、リトラクト工具動作情報の少なくとも1つを

生成することにより、アプローチ時、リトラクト時の工具動作を生成するので、工具の折損などの加工中に生じるトラブルを防止することができ、加工機を制御するための事前作業を自動的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の統合CAMシステムの概念図である。

【図2】本発明のNCデータの一貫生成方法を示すフロー図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態を示す図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態を示す図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態を示す図である。

【図7】加工設計モジュールの詳細な構成を示す図である。

【図8】本発明の第5実施形態に係る加工システムの全体的な構成を示すブロック図である。

【図9】CAMの機能的な構成を示すブロック図である。

【図10】製品タイプ毎の製品タイプコードを示す図である。

【図11】工程モデルの一例を示す図である。

【図12】工程タイプコードを示す図である。

【図13】被削材コードを示す図である。

【図14】加工モード変換コードを示す図である。

【図15】切削条件調整コードを示す図である。

【図16】工具情報の模式的な内容を示す図である。

【図17】ホルダ情報の模式的な内容を示す図である。

【図18】工程タイプの構成を示す図である。

【図19】加工モードを示す図である。

【図20】工程タイプの条件1から条件13までの入力に対する出力の内容を説明する図である。

【図21】加工モード変換データの構成を示す図である。

【図22】加工モード変換データの意味内容を説明する図である。

【図23】CAM加工モードコードを示す図である。

【図24】切削条件調整データの構成を示す図である。

【図25】工程決定部で決定された加工工程と各加工工程におけるツーリングを示す図である。

【図26】一般的なオペレータが加工工程を決定したと

* きの各加工工程におけるツーリングを示す図である。

【図27】CAM加工モード決定部の動作手順を説明するフローチャートである。

【図28】切削条件決定部の動作手順を説明するフローチャートである。

【図29】本発明の第5の実施形態における統合CAM装置の構成を示すブロック図である。

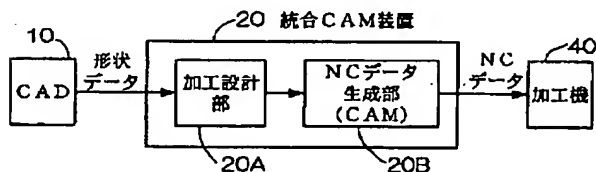
【図30】加工座標系データの構成を示す図である。

【図31】工具動作情報の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 形状入力手段
- 2 加工設計手段（モジュール）
 - 2-1 加工工程決定手段
 - 2-2 加工条件決定手段
 - 2-a 工程計算管理部
 - 2-b 荒加工工程計算部
 - 2-c 仕上げ加工工程計算部
 - 2-d 加工モード切削条件計算部
 - 2-e 工程編集部
- 3 NCデータ生成手段（モジュール）
 - 3-1 工具経路計算手段
 - 3-2 NCデータ変換手段
- 4 NCデータ検証・編集手段（モジュール）
 - 4-1 送り速度補正手段
 - 4-2 NCデータ切削・編集手段
- 5 出力手段
- 6, 7 専用インタフェース
- 20 統合CAM装置
 - 21 工程モデルデータベース
 - 22 設備情報データベース
 - 23 工程決定部
 - 24 工程タイプデータベース
 - 25 加工モード変換データベース
 - 26 CAM加工モード決定部
 - 27 切削条件データベース
 - 28 切削条件決定部
 - 31 加工座標系データベース
 - 32 加工座標系決定部
 - 33 アプローチ・リトラクト動作情報データベース
 - 34 アプローチ・リトラクト動作決定部

【図8】



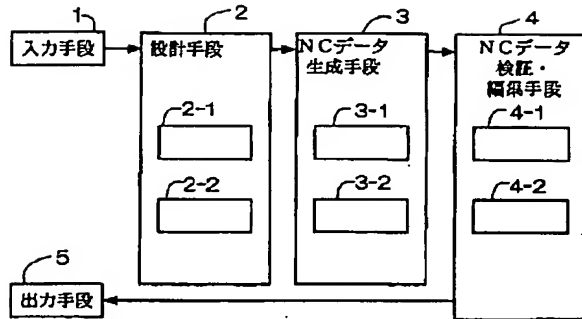
【図19】

RC	荒削り
MC	中仕上げ
MC+	中仕上げ+平滑化
FC	仕上げ
FC+	仕上げ+平滑化
LMC	局部中仕上げ
LFC	局部仕上げ

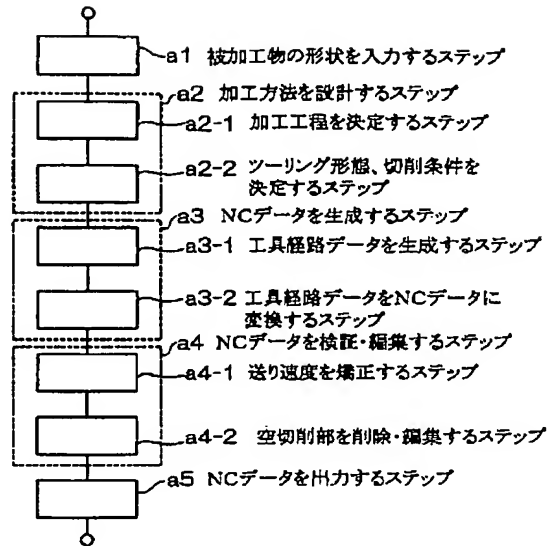
【図23】

TA	等高線荒
TBC	等高線最適化
TDN	等高線段階中仕上げ
TS	等高線仕上げ
MS	面沿い隅部加工

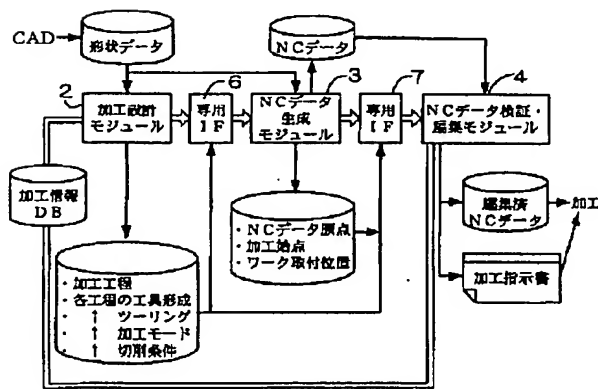
【図1】



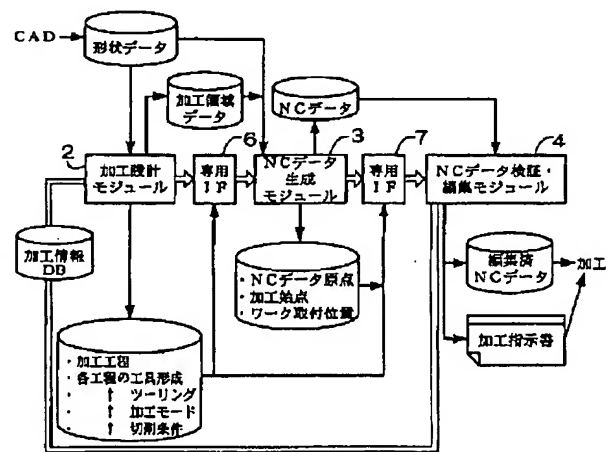
【図2】



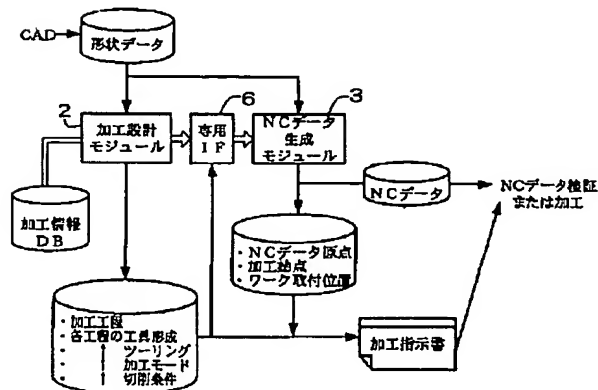
【図3】



【図4】



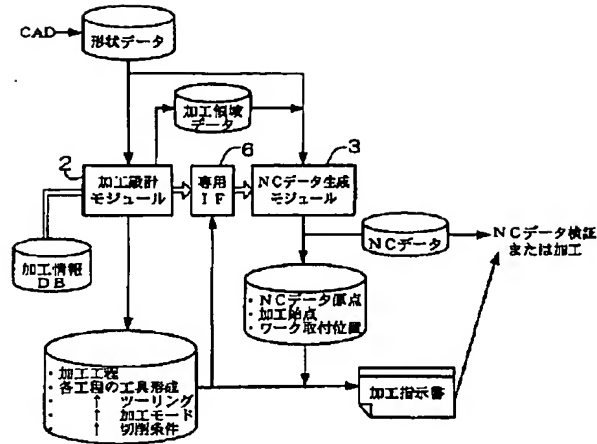
【図5】



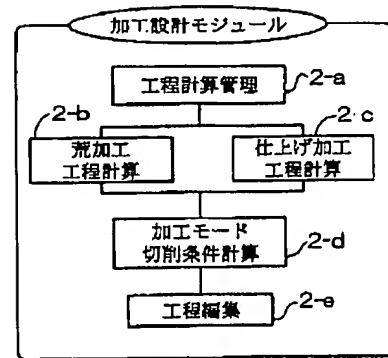
【図14】

分類		コード
(1) CAM-a a a	①等高線加工	1 1
	②走査線加工	1 2
	③	1 3
(2) CAM-b b b	①等高線加工	2 1
	②走査線加工	2 2
	③	2 3

【図6】

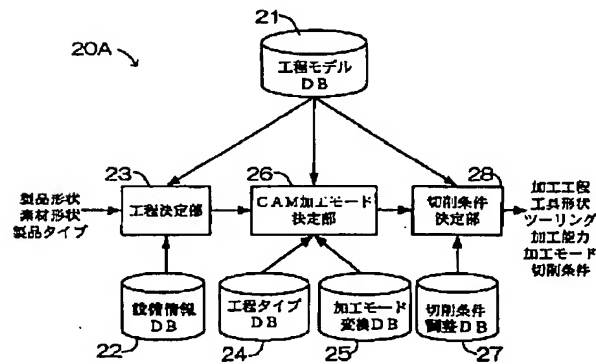


【図7】



【図10】

【図9】



【図12】

分類		コード
荒・仕上げ一貫		1 1
ブロック材 荒加工	均一残し荒	2 1
	焼入れ前荒	2 2
	段付き荒	2 3
鋳物素形材 荒加工	均一残し荒	3 1
	通常荒	3 2
	段付き荒	3 3
仕上げ加工	均一残し後仕上げ	4 1
	焼入れ後仕上げ	4 2
	段付き後仕上げ	4 3

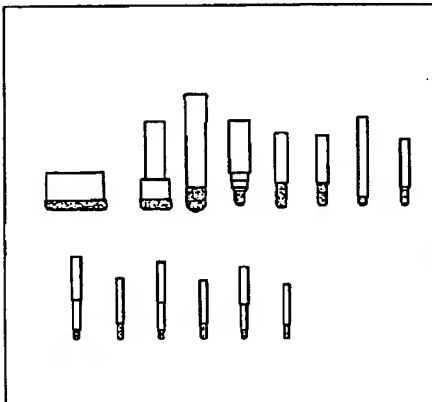
【図15】

分類		コード
(1) 切り込み量優先	①軸方向最優先	1 1
	②径方向最優先	1 2
	③規定配分/軸方向優先	1 3
	④規定配分/径方向優先	1 4
	⑤均等配分	1 5
(2) 送り速度優先	①軸方向最優先	2 1
	②径方向最優先	2 2
	③規定配分/軸方向優先	2 3
	④規定配分/径方向優先	2 4
	⑤均等配分	2 5

【図11】

工程モード	(R) +
工程タイプコード	(21) +
使用工具径の最大・最小	(96.00) (2.00)
被削材コード	(033)
残し代	(0.100)
切削条件調整コード	(13)
加工モード変換コード	(11)
工具交換負荷係数	(30.00)
段取り替え負荷係数	(100.00)
工程モード	(F) +
工程タイプコード	(41) +
使用工具径の最大・最小	(20.00) (2.00)
被削材コード	(083)
許容カスプ高さ	(0.050)
切削条件調整コード	(13)
加工モード変換コード	(11)
工具交換負荷係数	(30.00)
段取り替え負荷係数	(100.00)

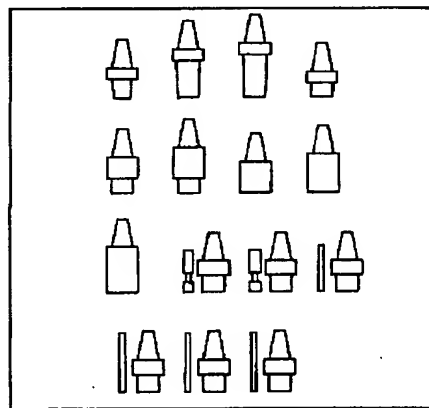
【図16】



【図13】

分類		コード
鉄系金属	圧延鋼	110
	炭素鋼	120
	合金鋼	130
	工具鋼	140
	ダイズ鋼	151
	熱処理なし	152
	調質	153
	焼入れ	154
	DAC	160
	ステンレス鋼	170
非鉄金属	軸受け鋼	180
	鋳鉄	210
	アルミ合金	220
	アルミダイカスト合金	230
	銅	240
	黄銅	240

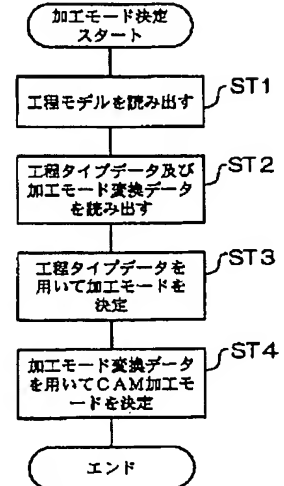
【図17】



【図22】

入力	出力
加工モード (コード)	CAM加工モード (コード)
荒削り (RC)	等高線粗加工 (TA)
中仕上げ (MC)	等高線段階中仕上げ (TDN)
中仕上げ平滑化付き (MC+)	等高線段階中仕上げ (TDN)
	等高線最適化 (TBC)
仕上げ (FC)	等高線仕上げ (TS)
仕上げ平滑化付き (FC+)	等高線仕上げ (TS)
	等高線最適化 (TBC)
局部中仕上げ (LMC)	等高線段階中仕上げ (TDN)
	等高線最適化 (TBC)
局部仕上げ (LFC)	面沿い局部加工 (MS)

【図27】



【図18】

工程タイプ (11) (完・仕上げ一貫)
条件数 (13)

条件	工程番号	ボール工程 順位	工具先端 刃形	直前加工 モード	工具径	工程 分割数	加工 モード	送り代 係数
1	(=) (1)	() ()	(FLAT)	() ()	(1)	(RC)	(1.0)	
2	(=) (1)	() ()	(RADIUS)	() ()	(1)	(RC)	(1.0)	
3	(=) (1)	() ()	(BALL)	() ()	(1)	(RC)	(1.0)	
4	(>) (1)	() ()	(FLAT)	() ()	(1)	(MC)	(0.8)	
5	(>) (1)	() ()	(RADIUS)	() ()	(1)	(MC)	(0.8)	
6	(>) (1)	(=) (1)	(BALL)	() ()	(1)	(MC)	(0.6)	
7	(>) (1)	(=) (1)	(BALL)	() ()	(2)	(MC+) (FC+)	(0.6) (0.0)	
8	(>) (1)	(>) (1)	(BALL)	(RC)	(2)	(MC)	(0.6)	
9	(>) (1)	(>) (1)	(BALL)	(RC)	(2)	(MC+) (FC+)	(0.6) (0.0)	
10	() (1)	(>) (1)	(BALL)	(MC)	(2)	(MC)	(0.6)	
11	(>) (1)	(>) (1)	(BALL)	(MC)	(2)	(MC+) (FC+)	(0.6) (0.0)	
12	(>) (1)	(>) (1)	(BALL)	(FC)	(2)	(LMC) (LFC)	(0.3) (0.0)	
13	(>) (1)	(>) (1)	(BALL)	(LFC)	(2)	(LMC) (LFC)	(0.3) (0.0)	

【図20】

条件	入力条件	出力加工モード
1	工程番号1でフラット工具を 使用する場合	「荒削り」
2	工程番号1でラジウス工具を 使用する場合	「荒削り」
3	工程番号1でボール工具を 使用する場合	「荒削り」
4	工程番号1より大きい工程番号で、 フラット工具を使用する場合	「中仕上げ」
5	工程番号1より大きい工程番号で、 ラジウス工具を使用する場合	「中仕上げ」
6	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具であって、 工具径が2.0mm以上の場合	「中仕上げ」
7	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具であって、 工具径が2.0mm以下の場合	「中仕上げ平滑化付き」 と「仕上げ平滑化付き」 を直列に並べる
8	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「荒削り」で 工具径が2.0mm以上の場合	「中仕上げ」
9	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「荒削り」で 工具径が2.0mm以下の場合	「中仕上げ平滑化付き」 と「仕上げ平滑化付き」 を直列に並べる
10	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「中仕上げ」で 工具径が2.0mm以上の場合	「中仕上げ」
11	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「中仕上げ」で 工具径が2.0mm以下の場合	「中仕上げ平滑化付き」 と「仕上げ平滑化付き」 を直列に並べる
12	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「仕上げ」の場合	「局部中仕上げ」と 「局部仕上げ」を 直列に並べる
13	工程番号1より大きい工程番号で、 最初のボール工具でなく、 直前加工モードが「局部仕上げ」の場合	「局部中仕上げ」と 「局部仕上げ」を 直列に並べる

【図21】

加工モード変換コード (11) (CAM-aaa/等高線加工)

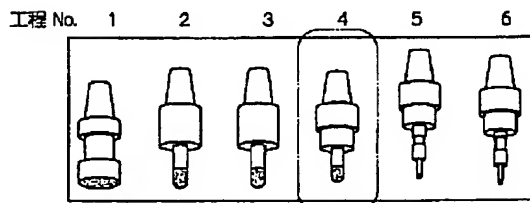
加工モードコード	工程タイプ	工程 分割数	CAM加工モード
(RC)	(荒削り)	(1)	(等高線荒)
(MC)	(中仕上げ)	(1)	(等高線段階中仕上げ)
(MC+)	(中仕上げ平滑化)	(2)	(等高線段階中仕上げ) (等高線最適化)
(FC)	(仕上げ)	(1)	(等高線仕上げ)
(FC+)	(仕上げ平滑化)	(2)	(等高線仕上げ) (等高線最適化)
(LMC)	(局部中仕上げ)	(2)	(等高線段階中仕上げ) (等高線最適化)
(LFC)	(局部仕上げ)	(1)	(面扱い再加工)

【図24】

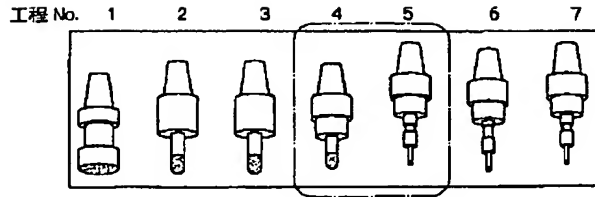
調整コード (13)
調整段数 (3)

		軸方向切込み	径方向切込み	送り速度
第1段	調整率	(50)	(50)	(0)
	下限値	(0.100) mm	(0.500) mm	() mm/min
第2段	調整率	(0)	(100)	(0)
	下限値	() mm	(0.300) mm	() mm/min
第3段	調整率	(0)	(0)	(100)
	下限値	() mm	() mm	(0.010) mm/min

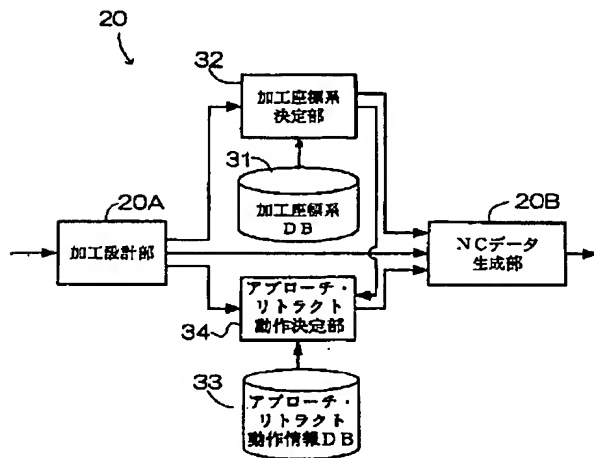
【図25】



【図26】



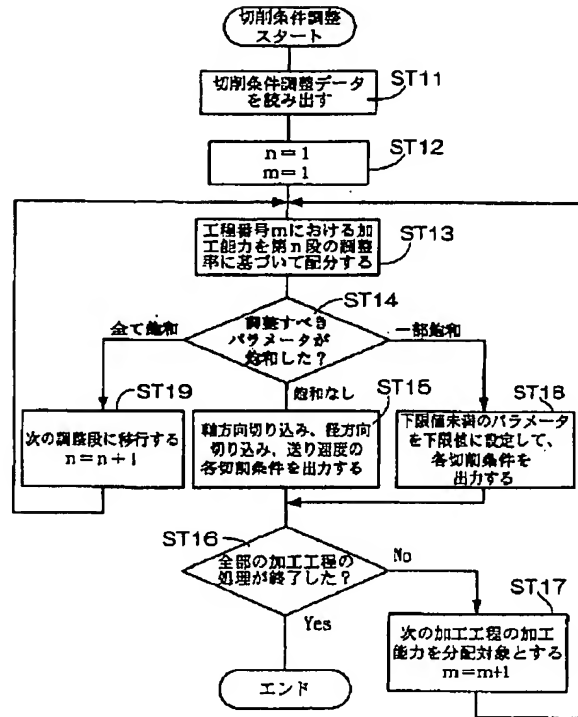
【図29】



【図31】

アプローチ・リトラクトコード (11)	
等高線荒加工 (TA)	アプローチ方式 (ZSPI)
	早送り接近限界 (10.0)
	アプローチ動作始点 (5.0)
	早送りリトラクト始点 (10.0)
等高線中仕上げ (TM)	アプローチ方式 (ZCIR)
	早送り接近限界 (15.0)
	アプローチ動作始点 (10.0)
	早送りリトラクト動作始点 (10.0)
等高線仕上げ (TS)	アプローチ方式 (ZDOW)
	早送り接近限界 (10.0)
	アプローチ動作始点 (10.0)
	早送りリトラクト始点 (10.0)

【図28】



【図30】

製品タイプコード (101)	加工原点 (XL) (YL) (ZL)
	工具移動開始点 (0.0) (0.0) (200.0)
	早送り移動Z平面 (150.0)
	アプローチ・リトラクトコード (11)
製品タイプコード (102)	加工原点 (XU) (YU) (ZU)
	工具移動開始点 (0.0) (0.0) (200.0)
	早送りの移動Z平面 (150.0)
	アプローチ・リトラクトコード (13)